



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Recinto Universitario “Pedro Arauz Palacios”**  
**Facultad de Tecnología de la Construcción**

**Monografía**

Estudio y Propuesta de la Señalización Vial del tramo de carretera  
Chinandega- Empalme de Villa Nueva

**Para optar al Título**  
Ingeniero Civil

**Presentado por**  
Br. Kenia Massiel Zúniga Alaniz

**Tutor**  
Msc. Ing. Bernardo Calvo Rojas

**Managua, Agosto del 2013**

## *DEDICATORIA*

*A Dios, por darme la sabiduría necesaria para enfrentar día a día nuevos retos, a la Santísima Virgen del Rosario por bendecir a mi familia y guiarme por el camino de la vida.*

*A mi madre, que con mucho sacrificio me ha apoyado para alcanzar esta meta:  
Olga Alaniz Moreno... a ti, por quien todo soy.*

*A mis hermanos, Delber y Luis Manuel, por su apoyo total.*

*A mi compañero y amigo, Ernesto, por su motivación y apoyo incondicional.*

## *AGRADECIMIENTO*

*A Dios, infinitas Gracias por llenarme de Sabiduría y poner en mi camino a las personas indicadas que me apoyaron en la realización de esta Monografía.*

*A mi Madre, por todos sus esfuerzos y sacrificios para lograr mi preparación profesional.*

*A mi Tutor, Msc. Ing. Bernardo Calvo por su paciencia y valiosos aportes y consejos para la realización de este trabajo, a todas las personas que gentilmente me brindaron información, a los Ingenieros especialistas del departamento de Tránsito de la Policía Nacional por su apreciable apoyo para la realización de este trabajo.*

*A mis hermanos, amigos, seres queridos y todas las personas que de una u otra forma hicieron posible que este sueño se hiciera realidad... Gracias*

## Contenido

1	Capítulo Uno .....	1
1.1	Introducción .....	1
1.2	Justificación .....	3
1.3	Antecedentes .....	4
1.4	Objetivos .....	5
	General .....	5
	Específicos .....	5
2	Capítulo Dos Inventario Vial.....	6
2.1	Introducción .....	6
2.2	Ubicación Geográfica.....	6
2.3	Clasificación Funcional .....	7
2.4	Topografía .....	7
2.5	Características Geométricas.....	8
2.6	Condición o estado del pavimento .....	9
2.7	Intersecciones.....	11
2.8	Uso del Suelo.....	14
2.9	Cuencas Hidrológicas .....	14
2.10	Secciones Transversales.....	16
2.11	Drenaje .....	17
2.12	Bahías para Buses .....	22
2.13	Señales Verticales .....	23
2.14	Señales Horizontales.....	25
3	Capítulo Tres Condiciones del Tránsito.....	27
3.1	Introducción .....	27
3.2	Volumen de Circulación .....	27
3.3	Estaciones de Conteo de Tráfico .....	28
3.4	Estaciones en la ruta de estudio .....	29
3.5	Porcentajes Vehiculares por Estaciones Permanentes y de Control ...	30

3.6	Actividades de campo .....	32
3.7	Clasificación Vehicular .....	32
3.8	Tipos de Tráfico .....	33
3.9	Volumen y Composición .....	34
3.10	Evaluación del tráfico existente .....	34
3.11	Proyecciones de Tránsito Futuro .....	38
3.12	Capacidad vial y niveles de servicio .....	44
3.13	Estudio de Velocidad .....	48
4	Capítulo Cuatro Análisis de Accidentalidad .....	53
4.1	Introducción .....	53
4.2	Factores que inciden en los accidentes de tránsito .....	53
4.3	Metodología para el análisis de accidentalidad .....	54
4.4	Análisis de Accidentes .....	56
4.5	Causas y severidad de los accidentes de tránsito .....	57
4.6	Tipos de Accidentes de Tránsito .....	60
4.7	Distribución de Accidentes de tránsito por días de la semana .....	61
4.8	Distribución de Accidentes de Tránsito en Horas del Día .....	62
4.9	Identificación de los Puntos Críticos en el tramo de la Carretera Chinandega-Empalme Villa Nueva .....	63
4.10	Proyecciones de Accidentalidad en el tramo de Carretera Chinandega-Empalme Villa Nueva .....	65
4.11	Índice de Accidentalidad .....	65
5	Capítulo Cinco Seguridad Vial .....	66
5.1	Introducción .....	66
5.2	Estrategias para contribuir a la Seguridad Vial .....	67
6	Capítulo Seis Señalización Vial .....	72
6.1	Introducción .....	72
6.2	Señalización Horizontal .....	73
6.3	Señalización Vertical .....	75
6.4	Propuesta de Señalización Horizontal .....	77
6.5	Propuesta de Señalización Vertical .....	81

Conclusiones .....	88
Recomendaciones .....	91
Bibliografía .....	95
ANEXOS .....	97
ANEXO 1 .....	98
ANEXO 2 .....	110
ANEXO 3 .....	113
ANEXO 4 .....	117

### **Índice de Tablas**

Tabla 1-1: Tránsito Promedio Anual de la Carretera Chinandega-Guasaule .....	4
Tabla 1-2: Accidentalidad según las víctimas .....	4
Tabla 2-1: Trayectos de estudio.....	7
Tabla 2-2: Topografía Tramo 1 .....	7
Tabla 2-3: Topografía Tramo 2 .....	8
Tabla 2-4: Topografía Tramo 3 .....	8
Tabla 2-5: Características Geométricas.....	8
Tabla 2-6: Estado del pavimento .....	9
Tabla 2-7: Características socio-geográficas/Tramo 1 .....	12
Tabla 2-8: Características socio-geográfico/Tramo 2.....	13
Tabla 2-9: Características Socio-Geográfico/Tramo 3 .....	14
Tabla 2-10: Características Transversales.....	16
Tabla 2-11: Ubicación y dimensiones del drenaje menor.....	18
Tabla 2-12: Drenaje Mayor .....	19
Tabla 2-13: Características físicas y estado actual del drenaje mayor .....	20
Tabla 2-14: Características físicas y estado actual del drenaje mayor .....	21
Tabla 2-15: Inventario de Bahías para buses .....	22
Tabla 2-16 : Clasificación del estado físico de las señales verticales .....	23
Tabla 2-17: Inventario de Marcas de Pavimento.....	25
Tabla 2-18: Clasificación del estado de las Marcas de Pavimento .....	26
Tabla 3-1: Porcentajes Vehiculares por estaciones permanentes año 2010 ....	30
Tabla 3-2: Comportamiento de Vehículos Pesados-Estación 2400.....	31
Tabla 3-3: Serie Histórica de TPDA sobre la ruta en estudio.....	31
Tabla 3-4: Composición en porcentaje de las estaciones .....	32
Tabla 3-5: Volumen Máximo Horario.....	35
Tabla 3-6: TPDA Calculado .....	36
Tabla 3-7: Factores de Expansión Semanal .....	37

Tabla 3-8: Porcentajes de Tráfico por tipo de vehículo .....	37
Tabla 3-9: Registro histórico de TPDA.....	38
Tabla 3-10: Serie histórica del crecimiento del IPC .....	40
Tabla 3-11: Serie histórica del crecimiento del PIB.....	40
Tabla 3-12: Correlación entre PIB y TPDA de la estación permanente 2400 ...	40
Tabla 3-13: Correlación entre Población y TPDA de la estación 2400 .....	41
Tabla 3-14: Correlación entre IPC y TPDA de la estación permanente 2400 ...	41
Tabla 3-15: Tasas adoptadas en el estudio .....	42
Tabla 3-16: Proyecciones de Tráfico para cinco años .....	43
Tabla 3-17: Factores de Distribución direccional .....	45
Tabla 3-18: Equivalentes para camiones .....	46
Tabla 3-19: Factores de Hora Pico .....	46
Tabla 3-20: Volumen de Máxima Demanda.....	47
Tabla 3-21: Cálculo de Niveles de Servicio.....	47
Tabla 3-22: Análisis de Niveles de Servicio .....	47
Tabla 3-23: Datos de velocidad de recorrido .....	48
Tabla 3-24: Tramos de estudio de velocidad Puntual .....	49
Tabla 3-25: Distribución de velocidades, estación 132+650 .....	50
Tabla 3-26: Distribución de velocidades, estación 138+650 .....	51
Tabla 4-1: Accidentes por tipo de vehículos .....	57
Tabla 4-2: Puntos Críticos.....	64
Tabla 4-3: Proyecciones de accidentes para los próximos 5 años .....	65
Tabla 6-1: Clasificación de las señales horizontales.....	73
Tabla 6-2: Clasificación de las señales horizontales.....	74
Tabla A-2-1: Inventario de señales verticales .....	106

### **Índice de Ilustraciones**

Ilustración 2-1: Diseño de Bahías para buses.....	23
Ilustración 2-2: Inventario Vial.....	24
Ilustración A-1-1: Puente La Mora, El Hogar.....	98
Ilustración A-1-2: Puente El Guarumo.....	99
Ilustración A-1-3: Puente San Ramón, Las Cocinas .....	100
Ilustración A-1-4: Puente San Cristóbal .....	101
Ilustración A-1-5: Puente El Obraje.....	102
Ilustración A-1-6: Puente Estero Real.....	102
Ilustración A-1-7: Puente el Marimbero.....	103
Ilustración A-1-8: Puente La Venada .....	103
Ilustración A-1-9: Puente la Chepa .....	104
Ilustración A-1-10: Puente Chocolatero .....	104

# RESUMEN EJECUTIVO

El correcto funcionamiento del tramo de carretera entre la ciudad de Chinandega y el Empalme de Villa Nueva, tiene un impacto socioeconómico alto considerando el flujo de tráfico de transporte comercial nacional y regional que circula sobre ella. El alcance de esta monografía comprende la ejecución de trabajos de campo y estudios necesarios para **Evaluar y Proponer la Señalización Vial** en el tramo de carretera, según el siguiente detalle:

## **Inventario Vial**

En este acápite se describen las características físicas y condición de la carretera, evaluando el estado de deterioro de la superficie de rodamiento del camino, el drenaje longitudinal y transversal superficial, las bahías para buses, sus dimensiones, estado físico de las mismas y los dispositivos para el control del tránsito. Lo anterior se complementa con la recolección de coordenadas georeferenciadas por medio de receptores de posicionamiento global (GPS) de la Señalización Vertical existente. Para almacenaje de la información se creó una base de datos en el programa Google Earth que permite el análisis de datos, sintetiza y presenta la información de forma atractiva, amigable y fácilmente comprensible. Para el correcto análisis de los datos resultados del inventario, se dividió en tres sub tramos que corresponden a Entrada a Chinandega – Ranchería, Ranchería – Comarca El Marimbero y Comarca. El Marimbero – Empalme Villa Nueva.

## **Condiciones de Tránsito**

En este estudio se efectuaron conteos volumétricos de tráfico vehicular y proyecciones de tráfico normal, se cuantificó la Capacidad y los niveles de servicio con la finalidad de determinar las condiciones con que operará la carretera en el quinquenio 2010 – 2025, a fin de relacionar los volúmenes de tráfico con la ocurrencia de Accidentes Viales. Se realizaron mediciones de velocidades y tiempos de recorridos que permitieron conocer la velocidad que acostumbran imprimirle los usuarios a sus vehículos en un sitio determinado, para establecer límites y zonas para adelantar, así mismo permitió la ubicación de señalizaciones.

## **Estudio de la Accidentalidad**

Este estudio se efectuó a partir de registros de accidentes de tránsito ocurridos en este tramo de carretera durante los últimos tres años, haciendo énfasis en el año 2010, dicha información fue proporcionada por la Dirección de Seguridad de Tránsito de la Policía Nacional.

En el estudio se efectuó un análisis de accidentes distribuyéndose por causas, tipos, horas, días y meses de mayor incidencia, así como la determinación de aquellos puntos donde se presentan la mayor frecuencia de los accidentes y clasificarlos como puntos negros y de esta manera alertar a las instituciones competentes, para darle dichos sitios el tratamiento correspondiente.

## **Seguridad Vial**

La seguridad vial consiste en la prevención de accidentes de tránsito o la minimización de sus efectos, con la preocupación de guardar la integridad física de los usuarios, cuando tuviera lugar un hecho no deseado. Las normas reguladoras de tránsito y la responsabilidad de los usuarios de la vía pública componen el principal punto en la seguridad vial, sin una organización por parte del estado y sin la moderación de la conducta humana no es posible lograr un óptimo resultado. Aquí se brindará un análisis de la seguridad vial en la carretera y se propone iniciativas para disminuir los accidentes.

## **Señalización Vial**

Bajo este título se analizaron las condiciones y ubicación de los dispositivos de control del tránsito y se rediseñó la señalización y demarcación, así como otras mejoras para la seguridad vial.

En este apartado del trabajo, se tomaron en consideración las necesidades del tramo para proponer de manera profesional un sistema de señalización vertical y horizontal, para el tramo de carretera Chinandega – Empalme Villa Nueva, cumpliendo con las especificaciones técnicas del Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes. Por último se analizó el costo que implica la obtención e instalación de las señales.

Finalmente se presentan de acuerdo a los resultados obtenidos de toda la investigación las conclusiones y recomendaciones que proporcionan una posible solución al problema de la seguridad vial en el país.

# CAPÍTULO UNO

## GENERALIDADES

### 1.1 Introducción

La señalización vial responde a la necesidad de organizar y brindar seguridad en caminos, calles, pistas o carreteras. La vida y la integridad de quienes transitan por dichas vías dependen de lo que la señalización indique, de la atención que se le preste y de la responsabilidad de asumir lo que ordenen.

Existe la preocupación de brindar a la sociedad un servicio de transportación segura, fluida y agradable, para ello es indispensable la convivencia en la vía pública, y es ahí donde cobra mucha importancia la Señalización Vial, puede afirmarse que la seguridad vial en las carreteras de Nicaragua, por diversas circunstancias, ha recibido limitada atención a pesar de la ocurrencia de accidentes en las mismas suele tener serias implicaciones tanto de carácter económico como social y político. Por tanto es necesario realizar un estudio profesional para valorar la señalización vial en las carreteras, verificando que se adopten a las Normas Centroamericanas de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito, con el fin de brindar seguridad, fluidez y confort en nuestras carreteras.

#### **Ubicación Geográfica e Importancia del caso de estudio.**

El Corredor “**Chinandega – Empalme Villa Nueva**”, de aproximadamente 57 km de longitud, está ubicado en la frontera nor-occidental del país, donde impera un clima tropical seco. Esta vía es importante en el desarrollo socio-económico de la ciudad de Chinandega y de los municipios, pueblos y comunidades ubicados en la zona de influencia de travesía de la carretera, así como del resto del país y demás países Centroamericanos, facilitando el paso internacional desde Honduras a Costa Rica y Panamá, atendiendo de esta manera gran demanda de tráfico proveniente de los sectores económico, industrial, turismo y comercio.

La carretera inicia en la entrada a la zona urbana de Chinandega luego de pasar la Rotonda Los Encuentros (Agateyte), en la estación **131 + 900**, finalizando en el Empalme de Villa de Nueva en la estación **188 + 500**, para un recorrido de **56.6 Kilómetros**. Ver Mapa N° 1.1

Mapa 1.1 Localización del sitio de estudio



Fuente: Elaboración propia

## **1.2 Justificación**

El país cuenta con escasos estudios de tránsito para definir un sistema de señalización vial de manera profesional, el propósito de esta investigación es determinar las necesidades de Señalización Vial en la Carretera Chinandega – Empalme Villa Nueva.

La carretera Chinandega – Villa Nueva, es uno de los tramos donde circula gran cantidad de tráfico, principalmente de carga y que presenta un alto porcentaje de accidentalidad, actualmente no está señalizada en su totalidad, tramos de Ranchería a Villa 15 de Julio no tienen ninguna señal vertical. A lo largo de la vía se observan taludes con pendientes pronunciadas que no cuentan con ningún tipo de defensa o advertencia.

Así mismo, por ser una zona eminentemente agrícola y ganadera existe presencia de muchos cruces de ganado y de maquinaria agrícola sin señales de información.

Con este trabajo se trata de consolidar y ampliar los conocimientos adquiridos en el transcurso de la carrera y de manera conveniente plasmar un informe que sirva como complemento al departamento de Inventario vial del MTI y un documento de consulta para futuras investigaciones.

### 1.3 Antecedentes

El sistema de carreteras que forma la llamada “Carretera Panamericana” que se compone de 25,800 km en total y pasa por 13 países. El lineamiento principal de la carretera Chinandega – Empalme Villa Nueva, se construyó en el año de 1951, con el fin primordial de servir al comercio Inter Centroamericano, es una continuación del proyecto Managua – Corinto, construido en dos etapas y financiado por el BID. La última rehabilitación se dio en el año del 2007.

Es uno de las carreteras nacionales que registra un alto porcentaje de Tránsito Promedio Anual, siendo el transporte pesado el de mayor circulación, según tabla 1-1, en el año 2010, el transporte pesado tuvo un 51.13% y los vehículos livianos un 48.34%.

**Tabla 1-1: Tránsito Promedio Anual de la Carretera Chinandega-Guasaule**

TRÁNSITO PROMEDIO ANUAL			
TIPO	LIVIANO	PESADO	OTRO
%	48.34	51.13	0.53

Fuente: MTI-Revista de Censos de Tráfico 2010.

El Departamento de Chinandega cuenta con un parque automotor de 20,755 vehículos y una tasa de crecimiento automotor anual de 5.76%. Los datos de accidentes a nivel nacional muestran que el Departamento de Chinandega está dentro de los primeros lugares en cuanto a la accidentalidad.

Según los datos de la Dirección de Tránsito Nacional, el tramo ha presentado desde el año 2008 un alto porcentaje de accidentes de tránsito. Según la Tabla 1-2 en el año 2010 se presentó el porcentaje más alto de personas accidentadas, (41%), el mayor porcentaje de muertes se dio en el año 2009, (52%), y el de personas lesionadas correspondió al año 2009 con 38%, indicando que el año 2009 fue el más severo en cuanto a las víctimas.

**Tabla 1-2: Accidentalidad según las víctimas**

CARRETERA CHINANDEGA – EMPALME VILLA NUEVA							
VICTIMAS	2008	%	2009	%	2010	%	Total
Accidentadas	90	33	72	26	112	41	274
Muertas	6	26	12	52	5	22	23
Lesionadas	27	30	36	38	32	32	95

Fuente: Dirección de Seguridad de Tránsito Nacional – Policía Nacional

## **1.4 Objetivos**

### **General**

Proponer mejoramiento de la Señalización Vial del tramo de carretera Chinandega – Villa Nueva, mediante un análisis del inventario vial, estudio de la accidentalidad y el planteamiento de medidas para incrementar la seguridad vial.

### **Específicos**

- 1) Recolectar información para obtener un inventario vial completo.
- 2) Realizar análisis de accidentalidad, identificando los puntos críticos.
- 3) Proponer acciones para mejorar y aumentar la seguridad vial en la carretera.
- 4) Definir una señalización correcta en cuanto a ubicación, instalación y calidad de la misma.

# CAPÍTULO DOS

## INVENTARIO VIAL

### 2.1 Introducción

Uno de los requisitos básicos para llevar a cabo una correcta evaluación del sistema de señalización vial, es contar con un exacto y actualizado inventario de todos los componentes físicos y geométricos de la vía. Los resultados que se obtienen del inventario vial constituyen el insumo que permitirá la identificación de necesidades de rehabilitación y mantenimiento de la red vial, particularmente de los dispositivos de control del tránsito.

El inventario vial se puede definir como el proceso metodológico que permite conocer la condición de cada tramo que conforma la vía. En este capítulo se abordan las características geométricas de la vía, los dispositivos de señalización vertical y horizontal, lo mismo que el deterioro de la superficie de rodamiento, se verifica que las estructuras de drenaje mayor y menor transversal y longitudinal desempeñen su función, lo que se deduce en la seguridad y buen estado de la infraestructura vial.

El inventario cuenta además con una base de datos geo-referenciada de las señales de tránsito verticales, que permite la utilización de un Sistema de Información Geográfica, para la visualización de la información (Google Earth).

### 2.2 Ubicación Geográfica

La carretera bordea hacia el este los estribos de la Cordillera de los Maribios, compuesta por los volcanes San Cristóbal y el Chonco, este tramo conforma los primeros 56 km de la Carretera **NIC 24B** de clasificación Troncal Principal, es un tramo del Corredor Mesoamericano que une ciudades y puertos marítimos internacionales mediante el movimiento de vehículos de carga en contenedores principalmente.

El tramo en estudio Inicia en el Km 131+900, (entrada a la zona urbana de Chinandega), atraviesa el caserío de Ranchería y el poblado Villa 15 de Julio, finaliza en una longitud de 56.6 Km en el Empalme Villa Nueva (Km 188+500).

Para mayor comprensión de la información se han dividido los 56.6 km en tres tramos representativos, según la tabla 2-1 que a continuación se muestra.

**Tabla 2-1: Trayectos de estudio**

Tramo	Inicio (Km)	Fin (Km)	POBLADO
1	131+900	151+000	Chinandega - Ranchería
2	151+000	171+000	Ranchería - Cca. El Marimbero
3	171+000	188+500	Cca. El Marimbero - Emp. Villa Nueva

Fuente: Elaboración Propia

### 2.3 Clasificación Funcional

Esta Carretera forma parte del corredor Centroamericano, y cumple con las siguientes características para ser clasificada como **Troncal Principal ya que:**

- ✓ Sirve para desplazarse a grandes longitudes de viajes, para el tránsito Inter-Departamental o Interregional.
- ✓ Forma parte de la Red Vial Centroamericana.
- ✓ Sirve a grandes volúmenes de tránsito, cuyo TPDA es mayor a los 1,000 vehículos por día.
- ✓ Conecta a una cabecera departamental con más de 50,000 habitantes.

### 2.4 Topografía

El recorrido de la vía en consideración, es predominantemente plano, con curvas suaves, con una elevación promedio de 50 msnm, aunque existen zonas ligeramente onduladas, las siguientes tablas, 2-2, 2-3 y 2-4 presentan el comportamiento de la topografía del tramo.

**Tabla 2-2: Topografía Tramo 1**

TRAMO 1: Chinandega (Km 131+900) - Cca. La Joya (Km 147+880)				
Inicio (Km)	Fin (Km)	Dist. (Kms)	Pendiente Promedio	Tipo de Terreno
131+900	133+565	1.665	1.27%	Plano
133+565	133+860	0.295	3.49%	Ondulado
133+860	147+040	13.180	1.65 %	Plano
147+040	147+880	0.840	4.36%	Ondulado
147+880	151+930	3.850	1.45 %	Plano

Fuente: MTI/División de Planificación/ Inventario Vial

**Tabla 2-3: Topografía Tramo 2**

<b>TRAMO 2: Ranchería (km 152) - Cca. El Marimbero (km 156+960)</b>				
<b>Inicio (Km)</b>	<b>Fin (Km)</b>	<b>Dist. (Kms)</b>	<b>Pendiente Promedio</b>	<b>Tipo de Terreno</b>
152+000	155+450	3.450	1.20%	Plano
155+450	156+080	0.630	5.24%	Montañoso
156+080	156+560	0.480	3.49%	Ondulado
156+560	156+960	0.400	4.36%	Ondulado
156+960	170+950	14.260	1.20 %	Plano

Fuente: MTI/División de Planificación/ Inventario Vial

**Tabla 2-4: Topografía Tramo 3**

<b>TRAMO 3: Caserío Mata Palo (km 171) - Emp. Villa Nueva (km 182+180)</b>				
<b>Inicio (Km)</b>	<b>Fin (Km)</b>	<b>Dist. (Kms)</b>	<b>Pendiente Promedio</b>	<b>Tipo de Terreno</b>
171+000	182+180	11.180	1.25 %	Plano
182+180	188+500	6.320	0.75 %	Plano

Fuente:MTI / División de Planificación/Inventario Vial.

## 2.5 Características Geométricas

La siguiente tabla, 2-5, muestra las características geométricas del tramo en estudio.

**Tabla 2-5: Características Geométricas**

<b>Código</b>	NIC - 24B	<b>Curvatura (grados/km)</b>	3
<b>Estación Inicial</b>	132 + 900	<b>Rodamiento (m)</b>	7.5
<b>Estación Final</b>	188 + 900	<b>Peralte (m)</b>	6
<b>Longitud (km)</b>	57	<b>Bombeo (%)</b>	3
<b>Altitud (msnm)</b>	45	<b>Tipo de base</b>	Granular
<b>Clasificación Funcional</b>	Troncal Principal	<b>Base (mm)</b>	150
<b>Tipo de Superficie</b>	Pavimentado	<b>Tipo de Sub base</b>	A-1-b
<b>Velocidad de Diseño (kph)</b>	90 (Zona Rural) 60 (Zona Urbana)	<b>Sub base (mm)</b>	250

Fuente: MTI/ División de Planificación/ Administración Vial

## 2.6 Condición o estado del pavimento

A la fecha que se realizó el inventario, (13 al 16 de junio de 2011), de los 56.6 km en estudio, aproximadamente 32.5 km. se encuentran en buenas condiciones, los restantes 24 km. tienen un alto grado de deterioro, con muchos baches, existiendo algunos puntos donde la falta de drenaje ha desgastado los hombros.

El estado del pavimento se detalla en la tabla posterior. (Tabla 2.6), donde se aprecia que a partir de la estación 164+500 hasta la estación 177+200, la carretera está en pésimas condiciones, este daño se produce propiamente en invierno, cuando las intensas lluvias dejan a unas seis comunidades de esta zona completamente aislada y damnificada debido a las inundaciones por el desborde del Río Estero Real. Es importante señalar que la situación de deterioro de la vía es recurrente en la época de invierno de todos los años.

**Tabla 2-6: Estado del pavimento**

Estación		Estado	Observaciones	
Desde	Hasta			
131+900	155+700	Bueno	No hay deterioro en el pavimento	
				
155+700	157+000	Regular	Fisuras intermitentes de pequeño a mediano diámetro a lo largo de la vía	
				

155+700	164+500	Mal estado	<b>Deterioro en forma de baches consecutivos de pequeño tamaño</b>	
				
164+500	168+500	Mal estado	<b>Gran avería, depresiones sucesivas de gran tamaño en la superficie</b>	
				
168+300	168+600	Mal estado	<b>Socavamiento y destrucción de hombros</b>	
				

168+500	177+200	Mal estado	<b>Baches consecutivos de mediano tamaño</b>	
				
177+200	188+900	Bueno	<b>No existe deterioro en la carpeta de rodadura ni en hombros.</b>	
				

Fuente: Elaboración propia/ Levantamiento de campo.

## 2.7 Intersecciones

Las intersecciones son un punto de convergencia de dos o más vías, son una parte esencial de una red de caminos en donde los conductores pueden cambiar su trayectoria, son puntos críticos de la red vial con respecto a capacidad, nivel de servicio y seguridad, estas necesitan señalización simple.

Al recorrer el tramo en estudio se observan en su mayoría accesos a fincas a través de caminos vecinales, así como dos accesos importantes de caminos revestidos con la clasificación funcional de colector secundaria, la intersección con mayor importancia es la del Empalme de Villa Nueva, que es una intersección de dos ramales tipo T. En las siguientes tablas, 2-7, 2-8 y 2-9, se aprecia un inventario socio-geográfico del tramo de estudio.

**Tabla 2-7: Características socio-geográficas/Tramo 1**

TRAMO 1 (Estac. 131+900 - 151+000)			
ESTACIÓN	ZONA	IZQUIERDO	DERECHO
132+285	Sub urbana		Entrada a Reparto Monserrat
132+630	Sub urbana	Poblado de Chinandega	
132+675	Sub urbana	Acceso al Centro (Boulevard)	
132+795	Sub urbana	Acceso al Centro (Parque)	
132+940	Sub urbana	Colegio Sagrado Corazón de Jesús (1 <sup>ra</sup> entrada)	
133+010	Sub urbana	Colegio Sagrado Corazón de Jesús (2 <sup>da</sup> entrada)	
133+565	Sub urbana		Primera entrada al Colegio Mantica Berrios
133+585	Sub urbana		Segunda Entrada Colegio Mantica Berrios
133+650	Sub urbana		Salida del Centro Educativo Mantica Berrios
133+840	Sub urbana		Escuela Hogar San José
134+500	Sub urbana	Acceso a NIC - 12	
135+240	Sub urbana	Iglesia Pentecostal	
135+420	Sub urbana		Inicio Reparto Estela
135+955	Sub urbana	Iglesia Evangélica	
135+960	Sub urbana		Barrio Buenos Aires
136+000	Sub urbana		Iglesia Católica
136+180	Sub urbana	Taller de Macánica de Furgones	
138+655	Rural		Escuela Comarca La Grecia N° 1
138+655	Rural	Comarca La Grecia No 1	
140+220	Rural	Comunidad La Grecia No 2	
141+860	Rural	Iglesia Pentecostal	
148+180	Rural		Escuela La Joya
148+180	Rural	Caserio La Joya	
148+530	Rural		Iglesia Pentecostal
149+640	Rural	Entrada a Escuela El Piloto	

Fuente: MTI/ Administración Vial y Levantamiento de Campo

**Tabla 2-8: Características socio-geográfico/Tramo 2**

TRAMO 2 (Estac. 151+000 - 171+000)			
ESTACIÓN	ZONA	IZQUIERDO	DERECHO
151+100	Rural	Acceso a Escuela Ranchería	
151+150	Rural	Caserío de Ranchería	
151+460	Rural		Empalme El Bonete (revisar)
152+050	Rural		Acceso a Escuela Buena Esperanza
152+120	Rural	Caserío de Buena Esperanza	
152+900	Rural		Escuela de Mokerón
152+920	Rural	Entrada a casas de Mokerón	
155+620	Rural	Entrada a Comunidad Yerama	
156+085	Rural		Entrada a Comunidad La Laguna
157+940	Rural		Cementerio
158+815	Rural	Comarca La Polvosona	
158+920	Rural	Caserío San José del Obraje	
159+400	Rural		Escuela El Ojochal de San José del Obraje
159+450	Rural		Iglesia Católica
162+255	Rural		Fábrica de Tejas de Cemento ADEPAL
163+250	Rural	Silos	
162+280	Rural	Entrada al Granero	
163+470	Semi Urbana	Reparto Buenos Aires	
164+210	Semi Urbana		Comarca Santa Cruz
164+225	Semi Urbana		Acceso a Centro de Salud
164+300	Semi Urbana	Poblado Villa 15 de Julio	
164+720	Semi Urbana		Empalme Las Mercedes
164+720	Rural		Entrada a Comunidad Las Grietas - Las Marías
170+600	Rural	Comarca Marimbero	

Fuente: MTI/ Administración Vial y Levantamiento de Campo

**Tabla 2-9: Características Socio-Geográfico/Tramo 3**

TRAMO 3 (Estac. 171+000 - 188+900)			
ESTACIÓN	ZONA	IZQUIERDO	DERECHO
171+165	Rural	Empalme El Marimbero	
171+165	Rural	Ca: Apacunca - Palo Grande	
176+110	Rural		Comunidad La Sepa
178+560	Rural		Empalme Israel
178+560	Rural		Acceso a El Bonete - Mina Limón
179+955	Rural		Caserío Las Pozas
181+455	Rural		Entrada a Comunidad Mata Caña
183+450	Rural	Emp. Al Platanal	
183+450	Rural	Ca: El Platanal	
183+460	Rural	Acceso a Escuela El Platanal	
186+000	Rural		Ctra a: El Sauce (Nic 49)
188+520	Rural	Empalme Cayanlipe	
188+520	Rural	Acceso a Comarca Cayanlipe	
188+900	Rural	Emplame Villa Nueva	

Fuente: MTI/ Administración Vial y Levantamiento de Campo

## 2.8 Uso del Suelo

El suelo en este tramo es clasificado como de uso intensivo y extensivo agrícola, manejo forestal, bosque de producción y protección, pecuario y pastoreo intensivo. Los suelos predominantes son de estructura limo–arenosa y cenizas volcánicas. Entre los años 1950 y 1980 estas tierras fueron usadas intensivamente para el cultivo del algodón, pero actualmente tienen otros usos agrícolas, como la siembra de caña de azúcar, cultivos de agro exportación como maní, soya y ajonjolí, aunque también se establecen cultivos de consumo interno tales son: café, yuca, y granos básicos. Paralelamente se encuentra hacia el norte de esta zona agrícola la zona de vocación pecuaria, mayoritaria en el Municipio de Villanueva.

Desde Chinandega hasta la Villa 15 de Julio la cual atraviesa la planicie agrícola, se encuentran suelos bordeados por la cordillera Los Maribios, estos suelos son muy frágiles y dada las condiciones del relieve están propensos a erosión fuerte y severa. Así mismo el establecimiento de áreas de camaronicultura en el Estero Real, ha deteriorado las áreas del bosque de mangle.

## 2.9 Cuencas Hidrológicas

En esta área se encuentra la cuenca hidrográfica N° 60 de Nicaragua, que ocupa la parte media de los departamentos de León y Chinandega (Ver Mapa 2.1),

corresponde al río Estero Real que nace en la confluencia de los ríos Olomega y Tecomapa, entre los municipios de Villa Nueva y Chinandega. Esta red hidrológica drena hacia el Golfo de Fonseca, para desembocar en el Océano Pacífico. La precipitación anual máxima alcanza 2,000 mm. y la mínima entre 700 y 800 mm. anuales, existe una red drenante de puentes, cajas y alcantarillas para desaguar las aguas de la temporada de invierno. La clasificación climática, según KÖPPEN<sup>1</sup>, se ubica en “clima caliente y sub-húmedo, con lluvias también en verano”. La cuenca Río Estero Real presenta importantes zonas de riesgo por influencia de fenómenos naturales. Por sus características de relieve en las partes media y alta presenta predisposición de los terrenos a deslizamientos de tierra en época de lluvia, también registra amenaza volcánica y sísmica, **inundaciones fuertes y alto grado de sedimentación** en la parte baja del estero Real. Un sector del río Estero Real (desde la estación 165+300 hasta 170+330), antes de llegar al Empalme de Villanueva, representa un tramo inundable de aproximadamente 5 km, donde el acelerado escurrimiento de las aguas y la falta de obras para la captación del agua, no permiten la infiltración y el fortalecimiento de acuíferos e impacta en las planicies inundando extensas áreas con altos volúmenes de sedimento.

**Mapa 2.1: Cuencas Hidrográficas de Nicaragua**



Fuente: INETER

<sup>1</sup> Clasificación de las distintas zonas climáticas del mundo, basada en los tipos de vegetación. Subdivide a las zonas climáticas en cinco grupos principales, identificando cada tipo de clima con una serie de letras que indican el comportamiento de las temperaturas y precipitaciones.

## 2.10 Secciones Transversales

La sección transversal está definida por la corona, las cunetas, los taludes, partes complementarias y el terreno comprendido dentro del derecho de vía. Las secciones transversales del tramo de estudio, se detallan a continuación:

**Calzada:** Es la zona de la vía destinada a la circulación de los vehículos, el ancho de la calzada es la sumatoria de los carriles y se denomina carril a la unidad de medida transversal para la circulación de una sola fila de vehículo.

**Derecho de vía:** Es la faja de terreno cuyo ancho es determinado por la autoridad, es delimitada a ambos lados por los linderos de las propiedades colindantes y es necesario para la construcción, conservación, reconstrucción, ampliación, protección y en general.

**Hombros o Espaldones:** Es el área de seguridad para la maniobra de vehículos que sufre ocasionalmente desperfectos durante su recorrido. Se pudo verificar en el tramo que el ancho de hombros predominante es 1.50 metros.

En el estudio de la vía, los anchos de calzada oscilan entre 6.4 y 7.4 metros, variando a lo largo del tramo y el derecho de vía entre 42 y 53 metros en zona rural y 26 metros en zona urbana cumpliendo con las especificaciones de la Norma NIC 2000, que permite una calzada con mínimo de 6 metros y derecho de vía mínimo de 40 metros en zonas rurales. En la estación 132+600, entrada a Chinandega, zona urbana, con alta presencia de peatones y tres colegios están ubicados contiguos se evidenció derechos de vía invadidos por comercio y vendedores ambulantes. En la siguiente tabla, 2-10, se presentan las características transversales, la columna central (calzada) representa el centro de la carretera, los datos a la derecha y a la izquierda de esta columna corresponden al derecho de vía en las bandas derechas e izquierdas respectivamente.

**Tabla 2-10: Características Transversales**

INICIO (Km)	FIN (Km)	Izquierda			CALZADA (ANCHO)	Derecha			TOTAL DER. VÍA (Mts)
		DIST. AL DER. VIA	ANCHO CUNETAS	ANCHO HOMBRO		ANCHO HOMBRO	ANCHO CUNETAS	DIST. AL DER. VIA	
131+000	133+600	7.00	1.60	0.80	7.40	0.80	1.60	7.10	26.30
133+600	135+500	11.00	3.00	0.50	6.80	0.50	3.00	18.00	42.80
135+500	138+700	17.70	3.00	1.70	6.80	1.50	3.00	18.60	52.30
138+700	140+700	17.70	3.00	1.50	6.80	1.50	3.00	15.20	48.70
140+700	143+800	17.70	3.00	1.70	6.80	1.70	3.00	17.70	51.60

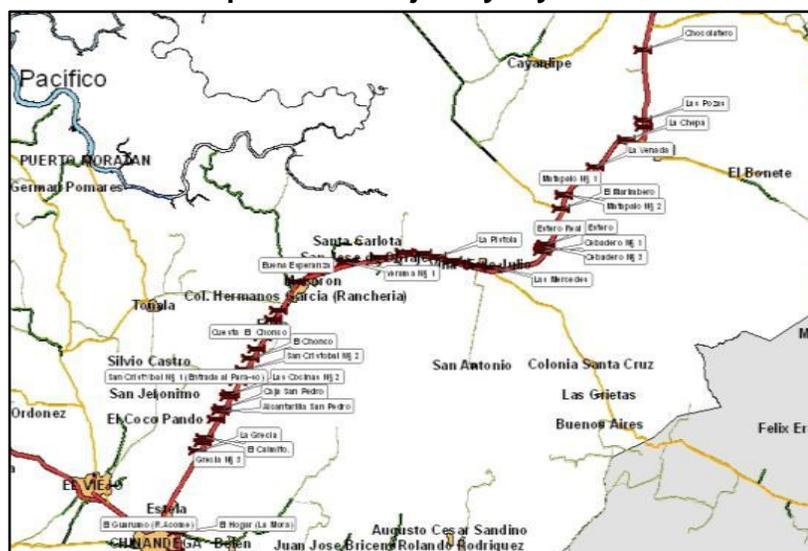
INICIO (Km)	FIN (Km)	Izquierda			CALZADA (ANCHO)	Derecha			TOTAL DER. VÍA (Mts)
		DIST. AL DER. VIA	ANCHO CUNETAS	ANCHO HOMBRO		ANCHO HOMBRO	ANCHO CUNETAS	DIST. AL DER. VIA	
143+800	149+500	17.70	3.00	1.40	6.80	1.70	3.00	17.70	51.30
149+500	155+200	18.20	3.00	1.60	6.60	1.70	3.00	17.70	51.80
155+200	157+800	17.70	2.80	0.80	6.40	0.80	1.80	17.70	48.00
157+800	163+600	17.70	2.40	1.60	6.80	0.80	1.60	17.70	48.60
163+600	170+100	17.50	1.50	1.55	6.60	1.80	2.00	17.50	48.45
170+100	174+600	17.70	2.50	1.50	6.40	1.40	2.20	17.20	48.90
174+600	177+600	18.00	2.60	1.50	6.80	1.60	2.40	17.70	50.60
177+600	182+500	19.20	2.50	1.50	6.80	1.80	2.20	17.70	51.70
182+500	185+100	18.20	3.10	1.60	6.80	2.00	3.50	17.70	52.90
185+100	189+000	19.00	5.00	1.20	6.80	1.20	3.00	17.20	53.40

Fuente: Elaboración propia/ Levantamiento de campo

## 2.11 Drenaje

Las estructuras de drenaje son fundamentales en las carreteras, tienen como fin evacuar los flujos hidráulicos de la superficie del pavimento hacia canales con diseños apropiados para la circulación de las aguas. Ver ubicación del drenaje en Mapa 2.2. El inventario refleja 35 sistemas que funcionan como drenaje menor, ver dimensiones y ubicación en la tabla 2.11. Asimismo el inventario refleja la existencia de 10 estructuras de drenaje mayor, su ubicación y dimensiones se muestran en la tabla 2-12, las características físicas y estado actual del drenaje mayor se presentan en las tablas 2-13 y 2-14, las fotografías se presentan en el [Anexo 1.1](#), página 99.

Mapa 2.2: Drenaje Mayor y Menor



Fuente: MTI/ División de Planificación/ Administración Vial

**Tabla 2-11: Ubicación y dimensiones del drenaje menor**

DRENAJE MENOR							
Nombre	Ubicación	DIMENSIONES		Nombre	Ubicación	DIMENSIONES	
		Long. (m)	Ancho (m)			Long. (m)	Ancho (m)
La Grecia	138+000	4	12,7	Yerama Nº 1	155+130	12	12
Grecia Nº 3	140+060	9,7	18	Yerama Nº 2	155+430	2	13,5
El Caimito.	140+360	3	11	Entrada a Laguna	157+260	6	16,5
Santa Bella Catalina	141+730	3	12	San José Nº 1	158+860	2,8	13,6
Alcantarilla San Pedro	142+360	10	13	Obraje Nº 1	160+030	5,1	14
Caja San Pedro	142+500	2	13,8	La Pistola	161+000	12,8	20
San Ramón (Las Cocinas Nº 1)	143+410	4,5	10,5	Buenos Aires Nº 1	162+000	8,5	14
Las Cocinas Nº 2	143+590	2,4	14	Buenos Aires Nº 2	162+430	12	16
Caja San Rafael	143+950	2,4	16	Santa Luisa	163+340	8,5	16,5
Caja San Cristóbal Nº 1	144+500	3	13	Las Mercedes	164+480	6,6	11
El Chonco	146+220	7	10	Veremos	167+000	8	11
Cuesta El Chonco	146+920	3,5	13,5	Cebadero Nº 1	167+940	5,1	12,5
El Tempisque	147+820	6,5	11	Las Pozas	179+460	8,6	12,5
Las Joyas	149+060	18	11	Cebadero Nº 2	168+130	6,35	11
El Piloto	149+770	9,2	18	Cebadero Nº 3	168+200	7	11
Buena Esperanza	151+840	7,5	19	Matapalo Nº 2	171+890	3,9	12
La Bloquera	153+260	7,5	14	Matapalo Nº 1	171+930	1,9	12

Fuente: MTI/ División de Planificación/ Administración Vial

**Tabla 2-12: Drenaje Mayor**

<b>DRENAJE MAYOR</b>									
<b>NOMBRE</b>	<b>Ubicación</b>	<b>DIMENSIONES (metros)</b>						<b>Tipo</b>	<b>Carga de Diseño</b>
		<b>Rodamiento</b>	<b>Long.</b>	<b>No Claros</b>	<b>Lgt. Claro</b>	<b>Alto</b>	<b>Ancho</b>		
La Mora	132+200	7	7	1	7	4,00	13,00	Concreto	H15-S12
El Guarumo	132+890	7	66	2	33+33	10,00	12,50	Concreto	HS-25-44
San Ramón	143+410	6,9	5	1	5	2,00	10,50	Concreto	H15-S12
San Cristóbal	145+370	8,9	20,5	1	20,5	5,00	12,00	Mixto	HS-20-44
El Obraje	160+550	7,6	6,8	2	3.40+3.40	3,10	11,00	Concreto	H15-S12
Estero Real	168+410	7	57	5	9+9+21+9+9	7,00	11,00	Concreto	H2-25-44
El Marimbero	170+980	7	6,5	1	6,5	5,30	9,50	Concreto	H15-S12
La Venada	174+560	7	15	2	7.5+7.5	4,40	11,00	Concreto	H15-S12
La Chepa	177+410	7	12	2	6+6	4,10	12,00	Concreto	H15-S12
Nancital	179+025	7	7	1	7	4,30	10,00	Concreto	H15-S12
Las Pozas	179+460	7	7	1	7	4,30	12,50	Concreto	H15-S12
Chocalatero	183+950	7	8,6	1	8,6	3,90	9,15	Concreto	H15-S12

Fuente: MTI/ División de Planificación/ Administración Vial

**Tabla 2-13: Características físicas y estado actual del drenaje mayor**

		<b>Características</b>	<b>Estado actual</b>
<b>DRENAJE MAYOR</b>	<b>Puente El Guarumo</b>	<b>Diseño de la sección transversal:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Losa sobre vigas.</li> <li>▪ Pila sólida (muro) de concreto reforzado.</li> <li>▪ Baranda: Viga de concreto, poste de acero.</li> <li>▪ Pasamanos: Postes guías</li> <li>▪ Superficie de rodamiento: Asfalto</li> <li>▪ Tipo de juntas de expansión: Junta dentada</li> <li>▪ Apoyos fijos sobre soporte: Apoyo de neopreno</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La calzada se encuentra fisurada en un 30% de su totalidad, con fisuras que oscilan entre 2 y 5 mm de espesor.</li> <li>▪ Vegetación obstruyendo</li> </ul>
	<b>Puente El Hogar (La Mora)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Losa de concreto reforzado, sobre vigas.</li> <li>▪ Baranda: Viga de concreto, poste de concreto.</li> <li>▪ Pasamanos: Postes guías</li> <li>▪ Superficie de rodamiento: Asfalto</li> <li>▪ No existe dispositivo de juntas de expansión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Vegetación de gran tamaño en el cauce.</li> <li>▪ Falta señalización</li> </ul>
	<b>Puente San Ramón</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Losa de concreto reforzado, sobre vigas.</li> <li>▪ Baranda: No existe</li> <li>▪ Pasamanos: No hay defensa</li> <li>▪ Superficie de rodamiento: Asfalto</li> <li>▪ No existe dispositivo de juntas de expansión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Falta señalización</li> </ul>
	<b>Puente San Cristóbal</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Losa de concreto reforzado, sobre vigas.</li> <li>▪ Baranda: No existe</li> <li>▪ Pasamanos: No hay defensa</li> <li>▪ Superficie de rodamiento: Asfalto</li> <li>▪ No existe dispositivo de juntas de expansión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Falta señalización</li> </ul>
	<b>Puente El Obraje</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Losa de concreto reforzado apoyado sobre marcos.</li> <li>▪ Pila sólida (muro)</li> <li>▪ Baranda: No existe</li> <li>▪ Superficie de rodamiento: Asfalto</li> <li>▪ No existe dispositivo de juntas de expansión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Hay una estructura secundaria que es una alcantarilla de 2 tubos de 1.9 de diámetro</li> <li>▪ Falta señalización</li> </ul>

Fuente: MTI/ Administración Vial y Levantamiento de Campo.

**Tabla 2-14: Características físicas y estado actual del drenaje mayor**

<b>DRENAJE MAYOR</b>	<b>Puente Estero Real</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Losa de concreto reforzado, sobre vigas</li> <li>▪ Pilotes de acero con cabezal común</li> <li>▪ Baranda: Viga de acero, poste de acero.</li> <li>▪ Pasamanos: No existe</li> <li>▪ Superficie de rodamiento: Asfalto</li> <li>▪ Tipo de juntas de expansión: Junta dentada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Señalización en mal estado</li> <li>▪ Vegetación y sedimentos obstruyendo</li> </ul>
	<b>Puente El Marimbero</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Losa de concreto reforzado apoyado sobre marcos.</li> <li>▪ Pasamanos: No hay defensa</li> <li>▪ Baranda: Viga de concreto, poste de concreto.</li> <li>▪ Superficie de rodamiento: Asfalto</li> <li>▪ No existe dispositivo de juntas de expansión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Señalización en mal estado</li> </ul>
	<b>Puente La Venada</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Losa de concreto reforzado apoyado sobre marcos.</li> <li>▪ Pila sólida de concreto reforzado</li> <li>▪ Baranda: Viga de concreto, poste de concreto.</li> <li>▪ Superficie de rodamiento: Asfalto</li> <li>▪ No existe dispositivo de juntas de expansión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Desperfectos en acera</li> <li>▪ Falta señalización</li> </ul>
	<b>Puente La Chepa</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Losa de concreto reforzado apoyado sobre marcos.</li> <li>▪ Pila sólida de concreto reforzado</li> <li>▪ Baranda: concreto sólido con pasamano de acero.</li> <li>▪ Superficie de rodamiento: Asfalto</li> <li>▪ Tipo de juntas de expansión: Junta dentada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Desperfectos leves en acera</li> <li>▪ Señalización en buen estado</li> <li>▪ Vegetación abundante obstruyendo</li> </ul>
	<b>Puente Chocolatero</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Losa de concreto reforzado, apoyada sobre vigas</li> <li>▪ Baranda: Viga de concreto, poste de concreto.</li> <li>▪ Superficie de rodamiento: Asfalto</li> <li>▪ No existe dispositivo de juntas de expansión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Desgaste de pintura en baranda de concreto</li> <li>▪ Falta de señalización</li> </ul>

Fuente: MTI/ Administración Vial y Levantamiento de Campo.

## 2.12 Bahías para Buses

Las bahías para buses son una transición entre la calzada y andén, están destinadas para la parada de los vehículos y permitir el acceso de los pasajeros, también se usan como refugio en caso de desperfectos mecánicos. La inclusión de bahías frecuentes y amplias es importante para la seguridad vial, se requiere evitar que los buses se detengan en el camino o en sitios imprevistos y sin señalización en los hombros.

Una consideración importante en la ubicación de las bahías es el diseño de las mismas, las alas deben tener una longitud suficiente para que los buses puedan acceder cómodamente. En zonas de alta demanda (el caso urbano, por ejemplo), la parte central de la bahía debe tener suficiente longitud para permitir la entrada de un segundo bus.

En el caso particular de esta carretera, es importante que las bahías para buses tengan una profundidad mayor que lo típico debido a la costumbre de muchos pasajeros de transportar cargas notables—incluyendo, por ejemplo, cestas muy anchas, bicicletas, etc.—que requieren mucho espacio para su transporte.

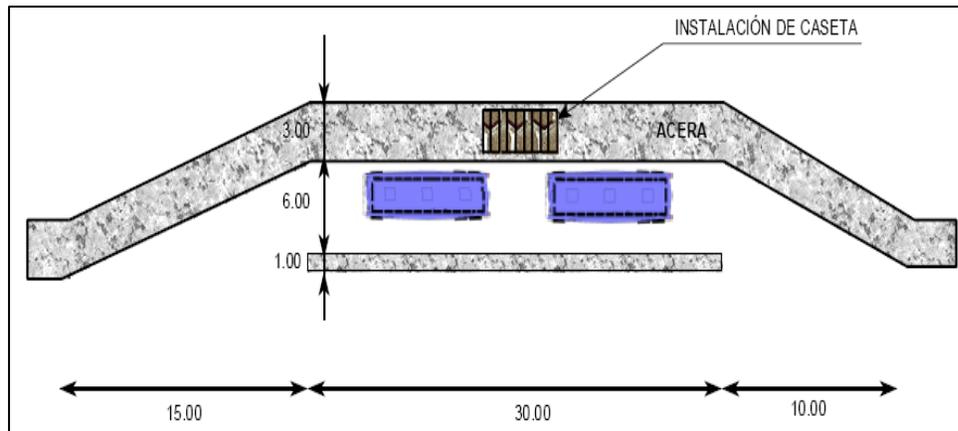
En el recorrido, se contabilizaron un total de 20 bahías para las paradas de buses que cumplen en su totalidad con las dimensiones especificadas en el manual de diseño del SIECA.

**Tabla 2-15: Inventario de Bahías para buses**

Bahías de Buses				Bahías de Buses			
Estación	Izq.	Der.	Observación	Estación	Izq.	Der.	Observación
132 + 050		✓	Con caseta	172 + 350		✓	Sin caseta
133 + 750	✓		Con caseta	172 + 450	✓		Sin caseta
134 + 495		✓	Con caseta	176 + 700		✓	Sin caseta
135 + 465	✓		Con caseta	176 + 900	✓		Sin caseta
140 + 200		✓	Sin caseta	181 + 750		✓	Sin caseta
140 + 400	✓		Sin caseta	181 + 950	✓		Sin caseta
147 + 500		✓	Sin caseta	184 + 350		✓	Sin caseta
147 + 600	✓		Sin caseta	184 + 500	✓		Sin caseta
166 + 200		✓	Sin caseta	188 + 750		✓	Sin caseta
166 + 300	✓		Sin caseta	188 + 920	✓		Sin caseta

Fuente: Levantamiento de campo/ Elaboración propia

**Ilustración 2-1: Diseño de Bahías para buses**



Fuente: SIECA/Manual para el Diseño de Carreteras

### 2.13 Señales Verticales

El inventario refleja la existencia de 183 señales verticales, de las cuales un 68% se califican en Buen Estado, un 17% Regular y un 15% en Mal estado. (Ver Anexo 1.2, pág. 107). Se evaluaron las condiciones físicas de las señales, considerando la siguiente puntuación, ver tabla 2.16.

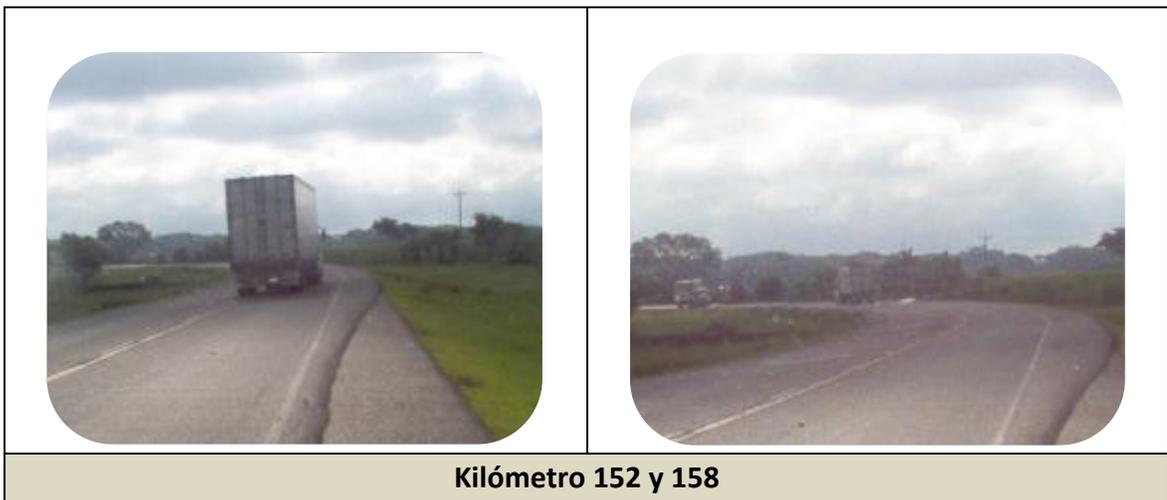
**Tabla 2-16 : Clasificación del estado físico de las señales verticales**

1	Buena		Excelente condición del tablero, leyenda y soporte. Excelente reflectividad. Se ajustan al diseño recomendado en el Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el control de Tránsito.
2	Regular		Tablero o soporte en mal estado pero se puede leer la leyenda.
3	Mala y/ó Obstaculizada		No se puede leer la leyenda, soportes y tablero en mal estado. Sin reflectividad. No se ajustan a las Normas del Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el control de Tránsito. Obstaculizada por vegetación o por afiches publicitarios.

Fuente: Elaboración Propia

En el recorrido se percibió la ausencia de señalización vertical en los siguientes segmentos de carretera: De la estación 142 a la 146, estación 152, estación 158 y estación 176 a 188. Ver ilustración 2-2.

**Ilustración 2-2: Inventario Vial**





Fuente: Elaboración Propia

### 2.14 Señales Horizontales

Para inventariar las marcas horizontales se utilizó un odómetro electrónico de vehículo, facilitado por el MTI, encontrando las siguientes cantidades de señales horizontales, ver tabla 2.17.

**Tabla 2-17: Inventario de Marcas de Pavimento**

Línea Central Continua	<b>30,740 m.</b>	Línea Discontinua Derecha	<b>2,310 m.</b>
Línea Central Discontinua	<b>20,090 m.</b>	Línea Discontinua Izquierda	<b>3,640 m.</b>
<b>TOTAL</b>			<b>56,780 metros</b>

Fuente: Elaboración Propia

Las marcas horizontales inventariadas se clasificaron según la apariencia de la pintura, ver tabla 2.18.

**Tabla 2-18: Clasificación del estado de las Marcas de Pavimento**

<b>Buena</b>		<p>La pintura está adherida a la superficie y posee reflectividad que por la noche ayuda a los conductores a distinguir las líneas centrales y de bordes.</p>
<b>Regular o Borrosa</b>		<p>La pintura está desgastada por manchas de huellas de vehículos, pero las rayas por la noche poseen reflexividad funcional y ayuda a los conductores a mantener el control del vehículo dentro de la carretera.</p>
<b>Mala</b>		<p>La pintura está desgastada, no tiene reflectividad y no es una marca funcional, o en su defecto ya no existe ninguna marca.</p>

Fuente: Elaboración Propia

Según valoración de las marcas horizontales (Ver Anexo 1.3, pág. 109) del total de **56,780 metros** de marcación horizontal (continua y discontinua) sólo un **5.25%** corresponde a Mala, un **61.54%** a Regular o Borrosa y un **33.21%** corresponde a Buena.

Es importante señalar que a efectos de verificar la reflectividad de las marcas en horas de la noche, y con la falta del aparato idóneo para realizar la medición (reflectómetro) se dedicó unas horas pasadas de las 7 pm, para evaluar la reflectividad de las mismas, verificando la falta de mantenimiento a las marcas horizontales.

# CAPÍTULO TRES

## CONDICIONES DEL TRÁNSITO

### 3.1 Introducción

Las distribuciones temporales de los volúmenes de tránsito son resultado de estilos y formas de vida que hacen que las personas sigamos determinados patrones de viaje durante un tiempo, realizando nuestros desplazamientos durante ciertas épocas del año, en determinadas días de la semana o en horas específicas del día.

Este capítulo presenta un análisis de los volúmenes de tránsito que circulan por la vía, un estudio de volumen nos va a definir el número y tipo de vehículos que pasa por un punto determinado en un cierto intervalo de tiempo, los datos así obtenidos sirven para:

- ✓ Evaluar las condiciones actuales de capacidad de la carretera.
- ✓ Establecer; dónde se colocarán señales.

Además se desarrolló un estudio de velocidades que permitió:

- ✓ Saber la velocidad en un sitio determinado para establecer límites.
- ✓ Establecer zonas para adelantar.
- ✓ Estudios de accidentes.
- ✓ Localización de señalizaciones.

### 3.2 Volumen de Circulación

Se denomina volumen de circulación al número de vehículos que pasan por un punto dado en un período específico de tiempo. Este volumen se expresa generalmente en número de vehículos por una unidad de tiempo que es generalmente el día o la hora. En las determinaciones de volúmenes pueden considerarse todos los vehículos que circulan en la vía, en un sentido o en ambos. En general, los volúmenes de tráfico están compuestos por unidades heterogéneas y esta tendencia se acentúa a medida que aumenta el número de vehículos por unidad de longitud de vía. Por tanto, se hace necesario conocer también la composición de estos volúmenes.

La información que se dispuso para llevar a cabo este estudio proviene del Ministerio de Infraestructura y Transporte (MTI), que mantiene un programa de conteos de tráfico de cobertura nacional desde hace ya varios años, para

sustentar los esfuerzos de planificación dentro del sub-sector vial. Específicamente dentro del MTI, en el área de Administración Vial, la Unidad de Contadores de Tráfico lleva un registro de los volúmenes y tipos de vehículos que circulan en gran parte de la Red Vial de Nicaragua. Realiza una publicación anual denominada Revista Conteo de Tráfico; Se utilizó para el presente estudio las revistas de los años 2009, 2010 y 2011.

A la par del análisis de la información obtenida del MTI, se realizó un conteo de volumen y composición por observación directa, y su expansión a Tránsito Promedio Diario (TPD) con factores de ajuste obtenidos de estaciones permanentes del Sistema Nacional de Estaciones de Conteo de Tránsito del MTI. De igual forma, se analizaron estudios realizados con anterioridad y de carácter sectorial a nivel nacional, como es el **Plan Nacional de Transporte y Estudio de Rehabilitación del Corredor Corinto-Chinandega-Guasaule** elaborado por Frederic Harris - Ministerio de Transporte e Infraestructura (FH-MTI, 2001).

### **3.3 Estaciones de Conteo de Tráfico**

Existen en la actualidad un total de 569<sup>2</sup> estaciones de conteo de tráfico, ubicadas en los 8,200 km de la red vial básica. Las estaciones se clasifican en:

**Estaciones Permanentes:** Por definición deberían llevar un registro horario continuo durante todos los días del año para capturar no solo las tendencias a mediano y largo plazo, sino también las variaciones diarias, semanales y estacionales que ocurren dentro de la zona cubierta por cada estación. Pero en la práctica en nuestro país esto no se cumple, actualmente el MTI no dispone del equipamiento requerido para llevar un registro de tal magnitud, años atrás se introdujeron equipos de conteo volumétricos accionados con mangueras neumáticas que realizaban la clasificación, el conteo y la velocidad de los vehículos, estos equipos han dejado de utilizarse desde hace varios años debido a diferentes motivos. Sin embargo, haciendo un esfuerzo humano, el personal de aforos realiza únicamente dos aforos anuales (uno en invierno y otro en verano) durante siete días continuos, cubriendo todas las horas del día.

La metodología utilizada por el MTI consiste en realizar aforos dos veces al año durante 24 horas, de esta forma se conoce la intensidad del tráfico durante los períodos de verano e invierno durante el año. Estas estaciones permiten un

---

<sup>2</sup> El anuario de tráfico del año 2010 menciona que el sistema de conteo está compuesto por 589 estaciones, sin embargo para el año 2011, el MTI revisó y encontró que 20 estaciones no corresponden a la red vial básica, sino a aforos especiales realizados en su momento.

conocimiento de las variaciones típicas del tráfico (estacionales, semanales y diarias) y de la frecuencia de las intensidades horarias a lo largo del año, así como la obtención de las tendencias del tráfico a largo plazo. Existen 11 estaciones permanentes en la red troncal del país.

**Estaciones de Control:** Por definición se deben realizar aforos durante veinticuatro días completos, eligiendo seis periodos de cuatro días consecutivos, de forma que en cada periodo hay dos días laborables, un sábado y un domingo. Los meses se seleccionan de manera alternativa. Las observaciones se deben hacer cada dos meses, y cada año cambian los meses de observación. En nuestro país estos conteos se realizan en caminos de adoquinado y asfalto, en tramos donde el tráfico es menor que en una estación permanente, sin embargo su principal función es de llevar un control de las estaciones Permanentes. Existen 246 estaciones de control o de corta duración en la red vial del país.

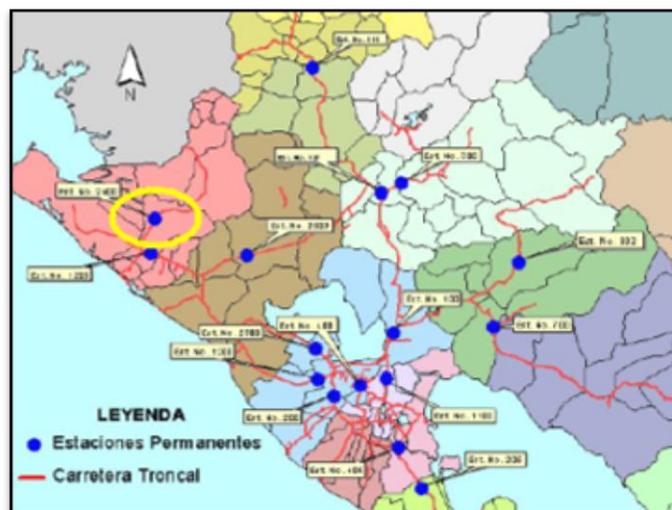
**Estaciones Sumarias:** Por definición se deben realizar aforos durante 24 horas completos, en nuestro país se realiza como mínimo un aforo anual durante 12 horas diarias (de 6 a.m. a 6 p.m.) en periodos de tres días (Martes-Miércoles-Jueves) generalmente en todo el transcurso del año y se efectúan en épocas de Verano y/o Invierno. Se realizan aforos en caminos que no han sido pavimentados, pero que tienen una afluencia vehicular moderada. Existen 312 estaciones sumarias en la red vial del país.

### **3.4 Estaciones en la ruta de estudio**

La estación permanente más próxima al tramo en estudio (situada sobre la misma ruta) es la **estación 2400**, ubicada en la NIC 24 en el tramo Chinandega–Ranchería (Km 149,5). Las estaciones de control sobre el tramo son la estación **2401** (Ranchería - Villa 15 de Julio, en el Km 162) y la estación **2402** (Villa 15 de Julio – Empalme Villa Nueva en el Km 167).

Cada estación de control o sumaria está asociada con una estación permanente, de la cual se obtienen los factores de ajuste necesarios para convertir los volúmenes de tráfico contabilizados para cada categoría de vehículo en valores TPDA (Tránsito Promedio Diario Anual). En este caso la estación permanente correspondiente es la 2400. No hay estaciones sumarias en la ruta en estudio.

**Mapa 3.1: Ubicación geográfica de las estaciones permanentes**



Fuente: MTI

### 3.5 Porcentajes Vehiculares por Estaciones Permanentes y de Control

En la tabla 3.1 se muestra las variaciones porcentuales de cada una de las Estaciones permanentes para el año 2010, reflejando el peso porcentual en vehículos livianos, pesados y los clasificados como otros (remolque halado por un vehículo liviano).

**Tabla 3-1: Porcentajes Vehiculares por estaciones permanentes año 2010**

NIC	No.	Estación Permanente	% Veh. Livianos	% Veh. Pesados	Otros
NIC-1	100	Punta de Plancha – Emp. San Benito	62.51	37.15	0.33
NIC-1	107	Sébaco – Emp. San Isidro	70.20	29.56	0.23
NIC-1	111	Condega – Shell Palacagüina	69.24	30.56	0.20
NIC-2	200	Ent. INCAE – El Crucero	81.85	18.01	0.14
NIC-2	206	Nandaime – Rivas	62.53	36.98	0.50
NIC-3	300	Sébaco – Quebrada Honda	69.14	30.60	0.26
NIC-4	400	Ent. Esquipulas – Emp. Ticuantepe	<b>88.77</b>	11.15	0.08
NIC-4	405	Emp. Guanacaste – Emp. Nandaime	66.62	33.02	0.37
NIC-7	700	Emp. Camoapa – Tecolostote	59.27	40.53	0.20
NIC-9	902	Boaco – El Portón	59.01	40.82	0.17
NIC-11A	1100	Emp. Coyotepe – Emp. Zambrano	70.10	29.55	0.35
NIC-12	1200	Auto Hotel Nejapa – Emp. Santa Rita	79.30	20.04	0.66
NIC-12	1205	Emp. Chichigalpa – Chinandega	69.17	29.98	0.84
NIC-24	2400	Chinandega (Rotonda) - Ranchería	56.18	<b>42.47</b>	<b>1.35</b>
NIC-2	2603	Malpaisillo – Los Zarzales	66.13	32.56	1.31
NIC-28	2800	Los Brasiles – Nagarote	67.93	31.70	0.36

Fuente: MTI

Según la tabla 3.1 la Estación Permanente 2400, posee el mayor porcentaje de vehículos pesados entre todas las estaciones permanentes, indicando que es la carretera donde circula el mayor tráfico de camiones pesados a nivel nacional. A continuación en la tabla 3-2 presenta el comportamiento de los Vehículos pesados en los últimos tres años en la Est. Perm. 2400.

**Tabla 3-2: Comportamiento de Vehículos Pesados-Estación 2400.**

Año	2008	2009	2010	2011
% Vehículos Pesados	42.83	41.28	42.47	30.11

Fuente: Revistas de Aforos MTI

Los datos reflejan porcentajes muy similares en los años 2008, 2009 y 2010. Para el año 2011 se dio un aumento en el porcentaje de vehículos livianos.

Según la tabla 3.3, que a continuación se muestra, los registros históricos de Tránsito Promedio Diario Anual que contabiliza el MTI, para las tres estaciones ubicadas sobre la ruta en estudio, es evidente el crecimiento del TPDA. Se advierte que no existen registros de las estaciones de control para los años 2007 y 2008.

**Tabla 3-3: Serie Histórica de TPDA sobre la ruta en estudio**

N° Estación	Tipo	Nombre del Tramo	TPDA 2006	TPDA 2007	TPDA 2008	TPDA 2009	TPDA 2010	TPDA 2011
2400	Permanente	Rotonda Chinandega - Poblado Ranchería	1489	1649	1826	1863	2831	3441
2401	Control	Ranchería - Villa 15 de Julio	1263			1365		
2402	Control	Villa 15 de Julio - Emp. Villa Nueva	1099			1459		

Fuente: Revistas aforos, MTI

Por otra parte, la Tabla 3.4 ofrece la composición porcentual del tránsito del año 2010 para las estaciones del estudio.

**Tabla 3-4: Composición en porcentaje de las estaciones sobre la ruta en estudio**

Estación	Año	Motos	VEHÍCULOS DE PASAJEROS						VEHÍCULOS DE CARGA					Otros
			Autos	Jeep	Cmta.	Mcbus	Mnbus	Bus	Liv.	C2	C3	Tx-Sx-4e	Tx-Sx-5e	
2400	2010	14,1	10,29	6,02	23,98	3,21	0,15	6,07	8,18	5,07	1,4	0	19,27	2,15
2401	2009	6,22	9,49	7,4	23,4	2,41	1,09	8,35	5,68	4,46	0,35	0,09	30	1,07
2402	2009	7,49	8,52	5,44	21,91	3,26	1,72	8,21	7,34	5,13	1,42	0,01	28,92	0,62

Fuente: MTI

### 3.6 Actividades de campo

Actualmente los trabajos de clasificación vehicular en el MTI son efectuados mediante equipos que reciben el nombre de clasificadores o contadores manuales. Cabe señalar que esta es una práctica ya obsoleta en muchos países. Para el conteo vehicular del estudio, en su forma elemental se requirió de observar en ambos sentidos de la carretera y anotar con un lápiz en un formulario especial la clasificación vehicular.

El conteo de tráfico se efectuó en días típicos del lunes 14, al domingo 20 de marzo del año 2011, en los periodos de mayor movimiento vehicular durante doce horas continuas, entre las 06:00 y las 18:00 horas, se situaron aforadores por sentido del flujo vehicular, que contaron y clasificaron los tipos de vehículos en el sitio donde se consideró se dan las mayores concentraciones de tráfico a lo largo de la carretera (Km 166).

### 3.7 Clasificación Vehicular

**Hoja de Campo:** La hoja de clasificación vehicular utilizada contiene los datos generales referentes al sitio donde se realizó el conteo: Nombre de la estación, sentido, hora, fecha, estado del pavimento, estado del tiempo y nombre del aforador. Se incluyó en la clasificación la categoría de vehículos no motorizados, compuesto principalmente por bicicletas y triciclos, aunque no se contabilizan para el TPD, producen un importante impacto en el tráfico. (Ver Anexo 2., pág. 112).

Los diferentes medios de transporte, se agrupan en:

- 1. Motos:** Son vehículos autopropulsados de dos ruedas con o sin transporte, scooter, motonetas, motocarros y otros triciclos a motor.
- 2. Vehículos Livianos:** Son vehículos automotores de cuatro ruedas que incluyen, automóviles, camionetas y microbuses de uso personal.

3. **Vehículos Pesados de Pasajeros:** Son vehículos destinados al transporte público de pasajeros de cuatro, seis y más ruedas, que incluyen los microbuses pequeños (hasta de 15 pasajeros y Microbuses Medianos de 25 pasajeros y los buses medianos y grandes).
4. **Vehículos Pesados de Carga:** Son los vehículos destinados al transporte pesado de carga mayores o iguales a tres toneladas y que tienen seis o más ruedas en 2, 3, 4, 5 y más ejes, estos vehículos incluyen, los camiones de dos ejes (C2), camiones C3, C2R2 y los vehículos articulados de cinco y seis ejes de los tipos (T3S2) y (T3S3) y otros tipos de vehículos para la clasificación de vehículos especiales, tales como Agrícolas y de Construcción.
5. **Otros:** Remolques halado por un vehículo liviano y de tracción animal.

En el anexo 2.2, pág. 113, se aprecia la tabla con los diferentes tipos de vehículos que se utilizó para la clasificación al momento de realizar los conteos.

### 3.8 Tipos de Tráfico

Según el “Manual para Revisión Estudios de Tránsito”, elaborado por la empresa Corea y Asociados S.A. (CORASCO), el tráfico se divide en tres tipos, siendo estos:

1. **Tráfico Normal:** Es el resultante del crecimiento esperado del tránsito en las vías existentes, aunque no se lleve a cabo un proyecto. Es calculado aplicándose las tasas de crecimiento, obtenidas a través del análisis por métodos estadísticos del tránsito.
2. **Tráfico Desarrollado:** Es el resultante del crecimiento esperado del tránsito, desviado de otras carreteras u otros medios de transporte (tránsito atraído), a la carretera proyectada (nueva o mejorada) en virtud de un menor costo de transporte.
3. **Tráfico Atraído:** Es el tráfico consecuente de las facilidades creadas por la construcción o mejoramiento de una carretera, sin los cuales no sería originado. El tipo de tráfico que normalmente se utiliza para la obtención de los resultados del TPDA, es el **Tráfico Normal**, los otros dos tipos de tráfico son utilizados en estudios adicionales realizados por especialistas.

### 3.9 Volumen y Composición

#### Tránsito Promedio Diario

Es el promedio de los conteos de 24 horas recolectados, en un número de días mayor que 1, pero menor que un año. Este conteo se usa para:

- ✓ Planificación de las actividades de la carretera
- ✓ La medición de la demanda actual
- ✓ La evaluación del flujo existente de tránsito.

#### Estimación del Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA)

El Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA), es la unidad de medida habitual para indicar el uso o importancia de una carretera y se expresa en número de vehículos por día. Este es un promedio de los conteos de 24 horas recolectados todos los días del año. Al obtenerse la información de conteo en las estaciones Permanentes, se procede a obtener los Factores de Ajuste, para el cálculo del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) en estaciones de Control y Sumarias.

Factores utilizados en el Cálculo del TPDA

1. **Factor Día:** El Factor para expandir el tráfico diurno de 12 horas a tráfico diario de 24 horas se obtiene mediante los resultados correspondientes a conteos de 24 horas que no es más el cálculo de  $1 + T. \text{ Nocturno} / T. \text{ Diurno}$ . El valor a adoptar por defecto deberá ser 1.0 para estaciones Permanentes.
2. **Factores de Semana:** Su valor por defecto es 1, para ajustar el tráfico promedio diario que cubre tres días de la semana (Martes a Jueves) al tráfico promedio diario que cubre toda la semana (Lunes a Domingo).
3. **Factores Estacionales:** Ajustan el tráfico promedio diario que cubre una semana específica o periodo del año, al TPDA.

### 3.10 Evaluación del tráfico existente

El tránsito vehicular existente en el Tramo Chinandega-Empalme Villa Nueva se compone principalmente por el paso de vehículos ligeros y vehículos de carga, los **vehículos ligeros** representan un **55.51%** del TPDA compuesto por motos, autos, jeep y camionetas, luego siguen los **vehículos de carga** representando un **33.87%** del TPDA. Los **vehículos de pasajeros** compuesto por minibús, microbús y buses representan un **10.63%** del TPDA.

#### 3.10.1 Máximo Volumen Horario

A partir del conteo de tráfico se obtuvo que el **Volumen Máximo Horario (VMH)** se presentó un día Jueves de 8:a.m – 9:a.m. con una distribución igual por sentido, de 50.47 / 49.53 que se aprecia en la tabla 3-5.

**Tabla 3-5: Volumen Máximo Horario**

Día	Total (vph)	% TPD (12H)	Relación por sentido		
Lunes	359	9.65%	50.39	/	49.61
Martes	356	10.20%	51.29	/	48.71
Miércoles	375	10.53%	49.83	/	50.17
Jueves	433	12.36%	50.47	/	49.53
Viernes	357	9.50%	50.59	/	49.41
Sábado	384	10.48%	50.79	/	49.21
Domingo	343	10.00%	49.77	/	50.23

Fuente: Elaboración Propia

### 3.10.2 Determinación del Tránsito Promedio Diario (24h)

Para la obtención del TPD, se calcularon los factores de expansión a 24 horas por cada tipo de vehículo mediante la siguiente ecuación:

$$Factor\ de\ expansión\ (24h) = \frac{TPD(24H)}{TPD(12H)}$$

Ecuación 3-1: Factor de expansión

Se calcularon dos factores: uno para los días de la semana (lunes – Jueves) y otro para el fin de semana. Para esto se utilizó el conteo de 24 horas del día viernes y sábado.

El **factor semana** se obtuvo de dividir la cantidad del tipo de vehículo que pasó un día de la semana, entre el TPD de la semana y luego se tomó la media para los 7 días de la semana por cada tipo de vehículo.

El **factor temporada** se tomó de la Estación Permanente No. 2400 para la época de verano (Revista de tráfico 2009-PMS-M.T.I).

La tabla 3-6, a continuación, muestra el resultado de los cálculos para encontrar los factores de expansión semanal.

**Tabla 3-6: TPDA Calculado**

	BICI	MOTOS	Vehículos livianos			Vehículos de pasajeros			Vehículos pesados de carga						Vehículos pesados		TOTAL (vph)	
			AUTO	JEEP	CTA	Mbus	Mbus > 15P	Bus	LIV. Carga	C2	C3	Tx-Sx <4	Tx-Sx >5	Cx-Rx <4	Cx-Rx >5	Veh. Agric.		Veh. Cons.
<b>TPD (vpd)</b>	351.00	564	752	131	934	106	19	225	227	143	69	16	860	0	2	44	3	4094
<b>Factor Semana</b>	1.04	1.02	1.01	1.04	1.01	1.38	1.54	1.01	1.15	1.22	1.05	0.40	1.00	0.02	0.12	1.13	1.61	
<b>Factor Temporada</b> (Revista Trafico 2009)	0.3	1.03	1.01	1.1	0.99	1.11	1.82	1.11	1.05	1.16	1.16	1	1.03	1	1	0.64	1	
<b>TPDA (vpd)</b>	<b>110</b>	<b>591</b>	<b>770</b>	<b>150</b>	<b>932</b>	<b>162</b>	<b>53</b>	<b>252</b>	<b>274</b>	<b>203</b>	<b>84</b>	<b>6</b>	<b>887</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>31</b>	<b>4</b>	<b>4401</b>
<b>% TPDA</b>	2.49	13.42	17.50	3.41	21.18	3.69	1.21	5.73	6.23	4.62	1.90	0.15	20.16	0.00	0.01	0.71	0.09	100

Fuente: Elaboración propia

La tabla 3.7 que a continuación se muestra, presenta los factores de expansión semanal por cada día de la semana.

**Tabla 3-7: Factores de Expansión Semanal**

DIAS	BICI	MOTOS	Vehículos livianos			Vehículos de pasajeros			Vehículos pesados de carga						Vehículos pesados		
			AUTO	JEEP	CTA	Mbus	Mbus > 15P	Bus	LIV. Carga	C2	C3	Tx- Sx <4	Tx-Sx >5	Cx-Rx <4	Cx-Rx > 5	Veh. Agric.	Veh. Cons.
LUNES	1.18	1.01	1.19	1.37	0.88	0.92	4.54	0.88	0.63	2.75	1.22	0.15	0.93	0.00	0.00	2.28	2.57
MARTES	1.03	1.30	1.15	1.17	1.01	1.15	1.01	1.04	0.59	0.65	1.17	2.67	1.03	0.00	0.67	0.81	2.57
MIÉRCOLES	0.98	1.08	1.06	0.88	0.94	1.14	0.47	0.97	1.15	0.90	0.92	0.00	1.04	0.00	0.00	0.84	0.37
JUEVES	1.41	1.03	0.81	0.93	1.18	4.06	1.81	0.93	1.37	0.70	1.45	0.00	1.01	0.14	0.18	1.25	2.57
VIERNES	0.77	0.91	0.96	0.87	0.97	0.70	1.21	0.98	1.22	1.10	1.00	0.00	0.95	0.00	0.00	0.79	0.64
SÁBADO	0.80	0.87	0.98	0.79	0.97	0.66	0.86	1.18	1.40	1.11	0.86	0.00	1.03	0.00	0.00	0.97	1.29
DOMINGO	1.11	0.92	0.96	1.27	1.10	1.04	0.91	1.08	1.70	1.36	0.72	0.00	1.02	0.00	0.00	0.97	1.29
<b>Promedio</b>	1.04	1.02	1.01	1.04	1.01	1.38	1.54	1.01	1.15	1.22	1.05	0.40	1.00	0.02	0.12	1.13	1.61
<b>FACTOR DE EXP. SEMANAL</b>	1.04	1.02	1.01	1.04	1.01	1.38	1.54	1.01	1.15	1.22	1.05	0.40	1.00	0.02	0.12	1.13	1.61

Fuente: Elaboración propia

En resumen la tabla 3.8 siguiente, muestra que el mayor porcentaje de tráfico lo tienen los vehículos livianos (55.51%), seguido por los vehículos pesados de carga (33.87%) y un 10.63% lo representan los vehículos de pasajeros

**Tabla 3-8: Porcentajes de Tráfico por tipo de vehículo**

<b>% VL</b>	<b>55.51</b>
<b>% VP</b>	<b>10.63</b>
<b>% PC</b>	<b>33.87</b>

Fuente: Elaboración propia

### 3.11 Proyecciones de Tránsito Futuro

Las proyecciones de demanda se pueden realizar cuantitativamente por métodos de series de tiempo, o por modelos causales. La primera metodología trata de establecer la tendencia histórica de variación del tránsito y proyectarla, asumiendo que la estructura subyacente de la demanda continuará estable. En los registros históricos de TPDA de la NIC 24 (ver Tabla 3.9) se advierten importantes fluctuaciones, como no tener un registro histórico completo de los datos, que aconsejan no adoptar la hipótesis de estabilidad.

Cabe entonces utilizar modelos causales, que explicitan la dependencia del tránsito como un fenómeno derivado de variables económicas independientes, cuya evolución es la que permite determinar el tránsito futuro.

Se ha considerado que el transporte de cargas puede explicarse por el crecimiento de la producción y el consumo de bienes, y el transporte de personas por el crecimiento de la población y el ingreso per cápita. El transporte realizado por modo automotor, y distribuido en vehículos de carga y de pasajeros, tanto livianos como pesados, conforma el tránsito cuya evolución se pretende estimar.

**Tabla 3-9: Registro histórico de TPDA**

AÑO	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
TPDA	1290	1296	1384	1447	1285	1087			1489	1649	1826	1863	1993

Fuente: MTI

#### 3.11.1 Volumen de Tránsito Proyectado

El volumen de tránsito futuro (**TF**), procede del tránsito actual (**TA**) y del incremento de tránsito (**IT**) esperado al final del periodo de proyección esperado.

$$TF = TA + IT$$

**Ecuación 3-2: Tránsito Futuro**

El incremento de tránsito, es el volumen que se espera que use la carretera construida en el año futuro seleccionado como de proyecto, el tránsito se compone del **Crecimiento Normal del Tránsito (CNT)**. El crecimiento normal del tránsito, es el incremento del volumen de tránsito debido al aumento normal en el uso de los vehículos. Éste se cuantifica a través de una tasa de crecimiento vehicular, para un periodo de diseño de “n” años, empleando la siguiente fórmula:

$$CNTF = TA \times (1 + i)^n$$

**Ecuación 3-3: Crecimiento Normal del Tránsito**

### 3.11.2 Tasas de Crecimiento

La variación en la demanda de transporte suele expresarse en términos de **elasticidad** con las variables socio-económicas. La elasticidad correspondiente puede establecerse de la comparación entre los valores de las variables en períodos anteriores. En estudios de demanda de transporte, se han utilizado expresiones del tipo siguiente, donde en general las elasticidades son mayores o iguales a 1:

$$\text{Para cargas: } E_c(\text{elasticidad}) = \gamma_{\text{Transp. Carga}} / \gamma_{\text{PIB}}$$

Ecuación 3-4: Elasticidad para vehículos de carga\*

**Donde PIB:** Producto Interno Bruto

$$\text{Para pasajeros: } E_c(\text{elasticidad}) = \gamma_{\text{Transp. Pasaj.}} / \gamma_{\text{IPC}}$$

Ecuación 3-5: Elasticidad para vehículos de pasajeros\*

**Donde IPC:** Ingreso per cápita, descontando el efecto del incremento poblacional.

Mientras las tasas de crecimiento para cargas pueden calcularse directamente, multiplicando la elasticidad por la tasa de crecimiento esperada para el PBI, en el caso del transporte de pasajeros, la tasa de crecimiento se compone de dos partes, una que corresponde a la generación de viajes (que se obtiene multiplicando la elasticidad por la tasa de crecimiento esperada del IPC), y otra que corresponde al aumento de la población, según la siguiente expresión:

$$\gamma_{\text{transp. pasaj.}} = (1 + E_p \times \gamma_{\text{IPC}})(1 + \gamma_H) - 1$$

Ecuación 3-6: Elasticidad para vehículos de pasajeros según población

Dado que la teoría y numerosos estudios empíricos, muestran que la demanda de transporte se asocia a la actividad económica, y que en este caso dicha actividad está influenciada, como se explicó anteriormente, por la situación de disminución del PBI en términos reales, y por las expectativas de revertir la tendencia en el corto plazo, con tasas de recuperación que varían según el optimismo del pronóstico, se considera conveniente utilizar un modelo agregado

---

\* Informe de Diseño Final TRANSPORTATION PROJECT CONTRACT CRM/DG/DAF/LI/0607/00162.  
Cuenta Reto del Milenio. Roche Consulting Engineers.

de tránsito en función del **PBI**. A continuación las tablas de crecimiento del IPC y el PIB de los últimos años.

**Tabla 3-10: Serie histórica del crecimiento del IPC**

Año	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
IPC	2.0	(0.0)	3.7	3.0	3.5	2.6	(3.2)	0.6	7.5	7.7	7.2	6.8	13.8	0.9	9.2

Fuente: Estadísticas BCN

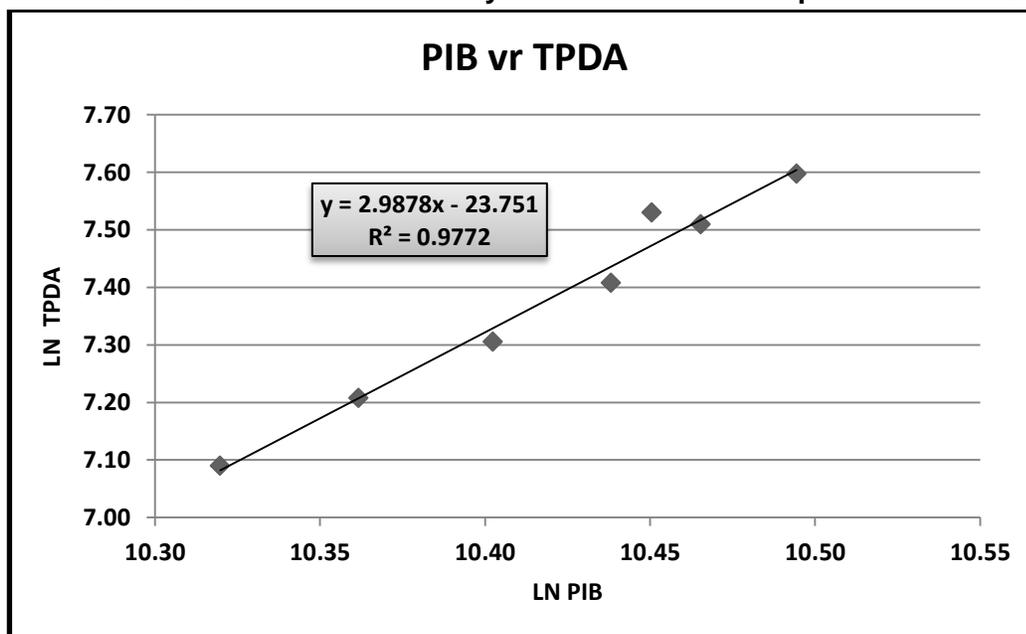
**Tabla 3-11: Serie histórica del crecimiento del PIB**

Año	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
PIB	6.3	4.0	3.7	7.0	4.1	3.0	0.8	2.5	5.3	4.2	3.6	2.8	13.8	1.5	4.5

Fuente: Estadísticas BCN

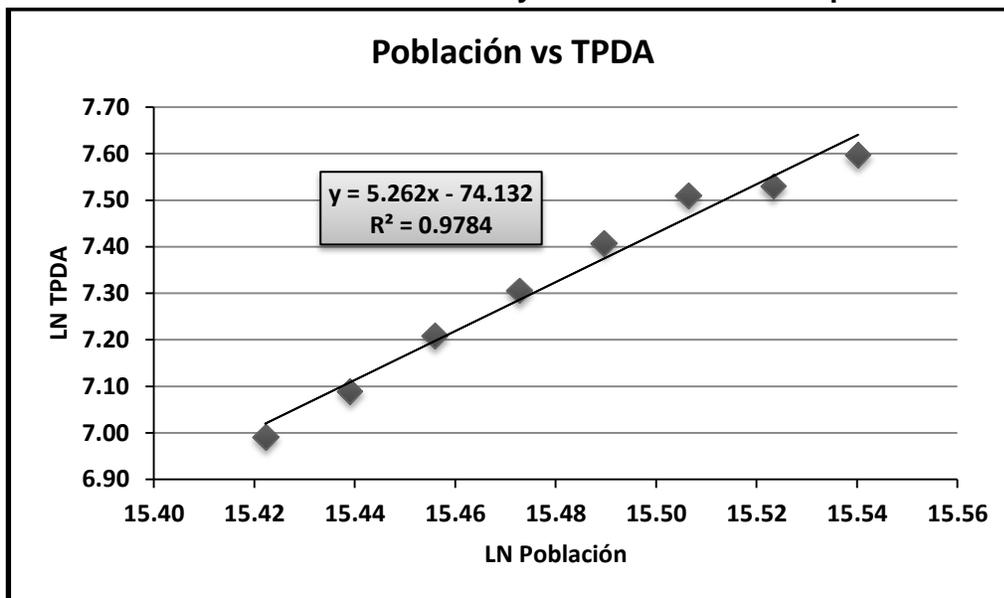
En el presente estudio, con un TPDA compuesto básicamente por unidades ligeras (55.51%), vehículos de pasajeros (10.63%) y por vehículos pesados (33.87%), se ha considerado como tasa de crecimiento del tráfico ligero la tasa de crecimiento del IPC, para lo cual se realizó una correlación lineal entre esta variable con el TPDA de la Estación Permanente No. 2400 ya que la correlación del TPDA con la Estación 2401 y 2402 el  $R^2$  nos da inferior a 0.8, es decir no existe confiabilidad de los datos que se cuentan con esas estaciones. Se analizó la correlación con el crecimiento población según los datos del último censo, los gráficos de correlación entre PIB, IPC y el TPDA se observan a continuación.

**Tabla 3-12: Correlación entre PIB y TPDA de la estación permanente 2400**



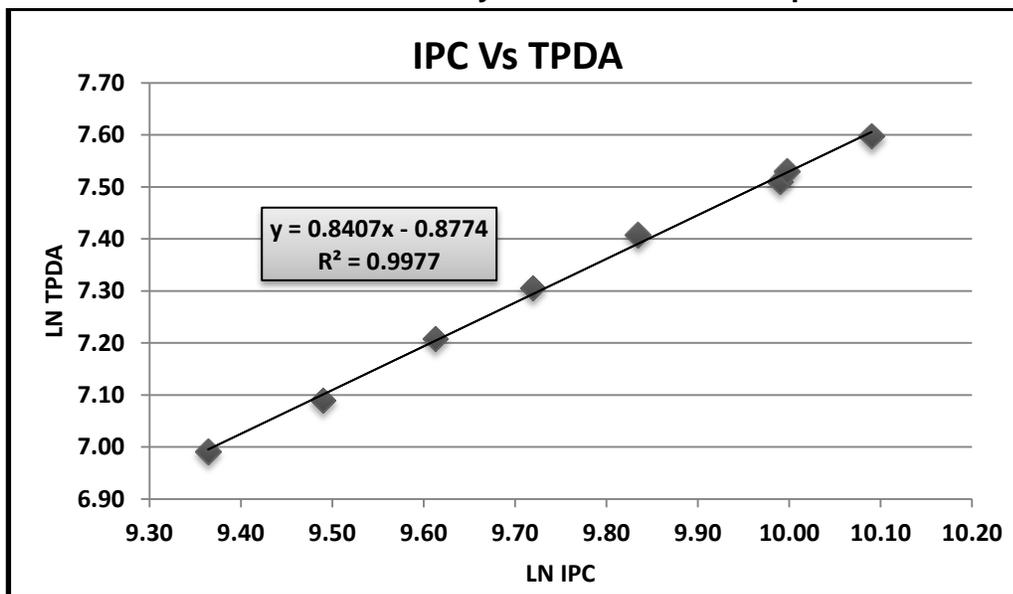
Fuente: Elaboración propia

Tabla 3-13: Correlación entre Población y TPDA de la estación permanente 2400



Afectando la tasa de crecimiento poblacional (1.7%, según último censo año 2005) por la elasticidad encontrada en la correlación de la **Población con el TPDA** se obtiene una tasa de 8.9%, la cual es muy alta para proyectar el tráfico liviano y de pasajeros ya que el incremento de la población no necesariamente genera un tráfico liviano y en una economía como la nuestra es ambicioso suponer que si aumenta la población incrementara el IPC y por lo tanto el poder adquisitivo para cada individuo de comprar un vehículo.

Tabla 3-14: Correlación entre IPC y TPDA de la estación permanente 2400



### 3.11.3 Tasa Adoptada

Las tasas de crecimiento del tráfico vehicular ligero y pesado que han sido consideradas para la proyección del tráfico, se muestran la tabla 3.12

**Tabla 3-15: Tasas adoptadas en el estudio**

Vehículo Liviano y Pasajeros			
Período	Elasticidad IPC vs. TPDA	IPC	Tasa (%)
2011 - 2016	0.84	5	4.2
Vehículo de Carga			
Período	Elasticidad PIB vs. TPDA	PIB	Tasa (%)
2011 - 2016	2.21	3.42	7.6

Fuente: Elaboración propia

### 3.11.4 Tasas empleadas en otros estudios

#### **Estudio de Rehabilitación del Corredor Corinto-Chinandega-Guasaule**

El estudio de tráfico realizado por Frederic R. Harris, Inc. describe la evolución de variables socio-económicas que se consideran explicativas de la evolución del tránsito. En particular, detalla la población, el parque automotor y el consumo de combustible. Según el estudio los registros de datos del parque automotor y del consumo de combustible presentan inconsistencias, que impiden su utilización. Como consecuencia, relaciona el crecimiento del TPDA con el de la población. Para ello, selecciona el período 1963–1972, y realiza el ajuste estadístico por regresión lineal entre el TPDA de una estación cuyo crecimiento considera similar al caso en estudio, con el de la población de Nicaragua. En base a la relación obtenida, y considerando un crecimiento futuro de la población del 3,09 % anual estima una única tasa de crecimiento para todos los tipos de vehículos del orden del 4% anual.

#### **Plan Nacional de Transporte (PNT)**

El Plan Nacional de Transporte (PNT), en su volumen 8, modelado del tráfico, reporta los siguientes valores de TPDA para el tramo Chinandega-Guasaule: 1.412 veh/día (1999), 2.409 veh/día (2009) y 3.887 veh/día (2019).

Empleando tales valores, puede calcularse que la correspondiente tasa media de crecimiento anual empleada resulta del orden del 5,5 %. Las tasas según el estudio Frederic Harris y del PNT, coinciden con el análisis del estudio proyectado para cinco años.

Las proyecciones del tráfico se muestran a continuación en la tabla 3-16.

**Tabla 3-16: Proyecciones de Tráfico para cinco años**

Proyecciones del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA)																			
Año	BICI	MOTOS	Vehículos livianos			Vehículos de pasajeros			Vehículos pesados de carga								Vehículos pesados		TOTAL (vph)
			AUTO	JEEP	CTA	Mbus	Mbus> 15P	Bus	LIV. Carga	C2	C3	Tx- Sx<4	Tx-Sx>5	Cx-Rx<4	Cx-Rx> 5	Veh. Agric.	Veh. Cons.		
2011	110	591	770	150	932	162	53	252	274	203	84	6	887	0	0	31	4	4,401	
2012	114	615	802	156	971	169	56	263	295	219	90	7	954	0	0	34	4	4,636	
2013	119	641	836	163	1012	176	58	274	317	235	97	7	1026	0	0	36	5	4,885	
2014	124	668	871	170	1055	184	60	285	341	253	104	8	1104	0	0	39	5	5,148	
2015	129	696	908	177	1099	191	63	297	367	272	112	9	1187	0	0	42	6	5,426	
2016	135	725	946	184	1145	199	65	310	395	293	120	9	1277	0	0	45	6	5,721	

Fuente: Elaboración Propia

### 3.12 Capacidad vial y niveles de servicio

El objetivo principal del análisis de la capacidad, es estimar el número máximo de vehículos que una carretera puede acomodar con razonable seguridad durante un período específico de tiempo.

#### 3.12.1 Definición de Capacidad

La capacidad es el máximo número de vehículos que pueden circular en un punto dado, durante un período específico de tiempo, bajo condiciones prevalecientes de la carretera y el tránsito. Las condiciones prevalecientes de la carretera se refieren a características geométricas como el número de carriles, ancho de hombro y el alineamiento horizontal y vertical.

El flujo máximo del tránsito de una carretera es su capacidad, que ocurre cuando se alcanza la densidad crítica y el tránsito se mueve a la velocidad crítica. Esto regularmente ocurre en la hora pico del volumen del tránsito, la hora pico es el período más crítico. La capacidad frecuentemente se mide en vehículos por hora (veh/hr).

La capacidad de las carreteras de dos carriles es de 2,800 (veh/hr/carril) en ambas direcciones<sup>3</sup>. En algunos casos el rango en la dirección de tránsito se considera con una relación de 70/30, incluso en rutas recreacionales, la distribución puede ser tan alta como de 80/20 o más durante un día festivo u otros períodos pico.

#### 3.12.2 Capacidad en carreteras de dos carriles

La capacidad se reduce en función de la relación volumen a capacidad máxima considerada posible sobre la base de la geometría longitudinal y transversal de la vía, porcentaje de zonas de no pasar, distribución direccional del tránsito y porcentaje de vehículos pesados (camiones y ómnibus) presentes en el tránsito. A estos efectos reductores se le han agregado el factor relativo al entorno de la vía, tipificado como rural, suburbano o urbano. La fórmula siguiente muestra los factores de reducción tomados en cuenta:

$$Sf_i = 2,800 \times v/c \times Fr \times Fa \times Fv_p$$

Ecuación 3-7: Capacidad para nivel de servicio

Dónde:

$Sf_i$  : Capacidad para un nivel de servicio i.

$v/c_i$ : Relación volumen a capacidad para un nivel de servicio i.

$Fr$ : Factor de reducción de la capacidad por el desbalance direccional.

<sup>3</sup> Según el Highway Capacity Manual 2000/ *Transportation Research Boards*.

$F_a$  : Factor de reducción por carriles y bermas angostos.

$F_{v_p}$ : Factor de reducción por la presencia de vehículos pesados.

La determinación de los factores de ajuste se realizó de la manera explicada a continuación.

- **Relación volumen a capacidad para un nivel de servicio  $v/c_i$**

El HCM establece relaciones de  $v/c_i$  por nivel de servicio sobre la base de las características geométricas expresadas en términos del tipo de terreno y el porcentaje de zonas sin visibilidad de paso.

- **Factor de Distribución Direccional  $F_d$**

El HCM establece una relación aproximadamente lineal para este valor, la cual se mantendrá en el cálculo de la capacidad. Los valores de este parámetro se muestran en la Tabla 3-17. Este factor se vuelve más crítico en la medida que aumenta el desbalance en el flujo en cada sentido. La variación en  $F_d$  se puede representar mediante la ecuación de una recta de la forma:

$$F_d = 1 - 5.71 \times 10^{-3}(DD - 50)$$

**Ecuación 3-8: Factor de Distribución direccional**

Donde DD representa el porcentaje de tránsito en la dirección de mayor flujo.

- **Factor de distribución direccional ( $F_d$ )**

**Tabla 3-17: Factores de Distribución direccional**

Distribución Direccional	$F_d$
50/50	1.00
60/40	0.94
70/30	0.89
80/20	0.83
90/10	0.75
100/0	0.71

Fuente: Manual HCM 2000

- **Factor de ajuste por carriles y bermas angostos,  $F_a$**

El factor  $F_a$  toma en cuenta la reducción en capacidad debido al efecto restrictivo de los carriles angostos, menores de 3.65 m, y de las bermas menores de 1.80 m de ancho. Ver valores en la Tabla 3-19.

- **Factor de ajuste por vehículos pesados, Fvp**

Este factor toma en cuenta el efecto restrictivo de los vehículos pesados en el flujo de tránsito, debido a su mayor tamaño y menor capacidad de ajuste de velocidad. Este efecto depende del tipo de terreno, del porcentaje de vehículos pesados y del nivel de servicio o condición de operación de la vía y se expresa como:

$$Fv_p = 1 / [(1 + PT(ET - 1) + PB(EB - 1))]$$

**Ecuación 3-9: Factores de Ajuste por vehículos pesados**

Dónde:

PT / PB: proporción de camiones / ómnibus en el flujo de tránsito

ET / EB: equivalentes de camiones / ómnibus en términos de vehículos pequeños. Los valores se tomaron de la tabla 3-18 siguiente.

**Tabla 3-18: Factores equivalentes para camiones**

Tipo de vehículo	Tipo de terreno			
	Plano	Ondulado	Montañoso	Pendientes críticas
Camión	2.0	5.0	12.0	16.0
Ómnibus	1.6	2.9	6.5	10.0

Fuente: Manual HCM 2000

### 3.12.3 Cálculo de los Volúmenes de Servicio

Para el cálculo del volumen de servicio o volumen de Demanda Máxima, se hizo uso de los resultados del conteo volumétrico de tráfico realizado para el tramo. Este volumen es la razón horaria equivalente de los volúmenes de vehículos que pasan por un punto dado de un carril o camino durante un intervalo de tiempo dado menor de una hora, se obtiene dividiendo el volumen de hora máxima entre el Factor de Hora Pico (FHP). A continuación se muestran las tablas 3.19, 3.20, 3.21 y 3.22, con los resultados de las capacidades y niveles de servicios calculados.

**Tabla 3-19: Factores de Hora Pico**

<b>Factor (TPDA a TPD)</b>	<b>0.930165</b>	<b>Factor (TPD a VMH)</b>	<b>0.123608</b>
----------------------------	-----------------	---------------------------	-----------------

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3-20: Volumen de Máxima Demanda**

AÑO	TPDA (vpd)	TPD (vpd)	VMH (vph)
2012	4,636	4,312	533
2013	4,885	4,543	562
2014	5,148	4,788	592
2015	5,426	5,047	624
2016	5,721	5,321	658
2017	6,033	5,612	694

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3-21: Cálculo de Niveles de Servicio**

Nivel de Servicio	VS	C	TABLA 8,1 del HCM	TABLA 8,4 del HCM	TABLA 8,5 del HCM	fvp
			i/c	fr	fa	
E	72.37	3200	0.07	0.96	0.75	0.449
D	167.74	3200	0.19	0.96	0.75	0.383
C	309.00	3200	0.35	0.96	0.75	0.383
B	468.63	3200	0.52	0.96	0.75	0.391
A	972.83	3200	0.92	0.96	0.88	0.391

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3-22: Análisis de Niveles de Servicio**

ANÁLISIS DE CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO		
AÑO	2012	2017
VMH (vph)	533	694
Factor de Hora Pico	0.94	0.94
Intensidad	567	738
Distribución Direccional	50.5	50.47
	49.5	49.53
% Prohibido de Adelantar	40	40
Terreno	Plano	Plano
Ancho de Carril	3.3	3.3
Ancho de hombro	0.6	0.6

Fuente: Elaboración propia

Los resultados que se muestran en la tabla 3-22, indican que la carretera está operando actualmente (año 2,012) con una Demanda Máxima Horaria de **VMD = 567vph**, la Capacidad Máxima del Tramo es de **973 vph**, por lo que el tramo está operando a un 60% de su Capacidad, clasificándose en un Nivel de Servicio B, el cual está dentro del rango de flujo estable.

Para el año 2017, la Vía estará operando con un Volumen de Demanda Máxima de **VDM=738vph** y un Nivel de Servicio **E**, el tramo estará operando a un **76%** de su capacidad.

### 3.13 Estudio de Velocidad

La calidad de un viaje es a menudo asociada con la velocidad o tiempo de viaje. La velocidad es un importante factor en el Transporte, ya que tiene implicancias económicas, de seguridad, de tiempo y servicio (confort), tanto para el conductor como para el público en general.

Los estudios de velocidad son efectuados, generalmente, en secciones rectas, a nivel y lejos de intersecciones en los caminos o a media cuadra en el área urbana. Asimismo, en lugares específicos de acuerdo a los requerimientos. El estudio de velocidad se realizó en los tramos rectos desde el km 132+500 hasta 188+000, sin aproximarse a las intersecciones.

#### 3.13.1 Velocidad de Recorrido

La velocidad de recorrido es uno de los indicadores para conocer las distintas velocidades que circulan los vehículos y se comparan con la velocidad para la cual fue diseñada la carretera, este análisis determinará la eficiencia del sistema de la red vial actual calculando la velocidad promedio en un tiempo ideal. Para el cálculo de la velocidad promedio, se analizó el recorrido según la velocidad permitida. La velocidad límite legal es de 60 km/h en el ámbito urbano y 80 km/h en el rural. A continuación la tabla 3.23 presenta los datos de velocidad de recorrido, para el cálculo de velocidad promedio.

**Tabla 3-23: Datos de velocidad de recorrido**

Inicio (km)	Fin (km)	Longitud (Km)	Tipo de Zona	Velocidad (kph)	Tiempo (minutos)
<b>132+500</b>	134+000	1.5	Sub-Urbana	60	1.95
<b>134+000</b>	143+000	9	Rural	80	6.66
<b>143+000</b>	148+000	5	Rural	80	3.7
<b>148+000</b>	151+000	3	Rural	80	2.22

<b>152+000</b>	160+000	8	Rural	80	5.84
<b>161+000</b>	164+000	3	Rural	80	2.22
<b>164+000</b>	171+000	7	Semi Urbana	60	6.79
<b>171+500</b>	178+000	6.5	Rural	80	4.81
<b>178+000</b>	183+500	5.5	Rural	80	4.07
<b>184+000</b>	188+500	4.5	Rural	80	3.33
<b>Cálculo de la Velocidad Promedio</b>					
<b>Longitud Total (km)</b>	<b>53</b>			<b>Tiempo de Recorrido</b>	<b>41.59</b>
<b>Velocidad Promedio</b>			<b>76.3 kph</b>		

Fuente: Elaboración propia

Los datos de la tabla 3.23 muestran que en una distancia de 53 km, la velocidad promedio de trayectoria respetando los límites de velocidad establecidos para zona urbana y rural, es de 76.3 kph en un tiempo efectivo de 41 minutos con 59 segundos. Estos datos muestran una eficiencia en base a una trayectoria con velocidades constantes sin tomar en cuenta los atrasos que se podrían dar en la red vial como mal estado de la vía, accidentes, vehículos estacionados, semovientes e intersecciones.

### 3.13.2 Velocidad Puntual

Se realizó en puntos críticos y zonas pobladas con el objetivo determinar las variaciones de velocidades que desarrollan los conductores en dichos puntos y demostrar si se están respetando los límites de velocidad establecidos, o no desarrollan las velocidades establecidas para la carretera Chinandega-Empalme Villa Nueva. A continuación la tabla 3.24 presenta los tramos que fueron evaluados con sus respectivas velocidades máximas.

**Tabla 3-24: Tramos de estudio de velocidad Puntual**

<b>Nº</b>	<b>Estación</b>	<b>Zona</b>	<b>Velocidad Máxima (Kph)</b>
<b>1</b>	<b>132+650</b>	Escolar-Urbana	45
<b>2</b>	<b>138+650</b>	Escolar-Rural	70

Fuente: Elaboración propia

### Estación 132+650

La tabla 3.25 y el gráfico 3.1, presentan el comportamiento en porcentaje de los vehículos livianos, buses y vehículos pesados, en la estación 132+650.

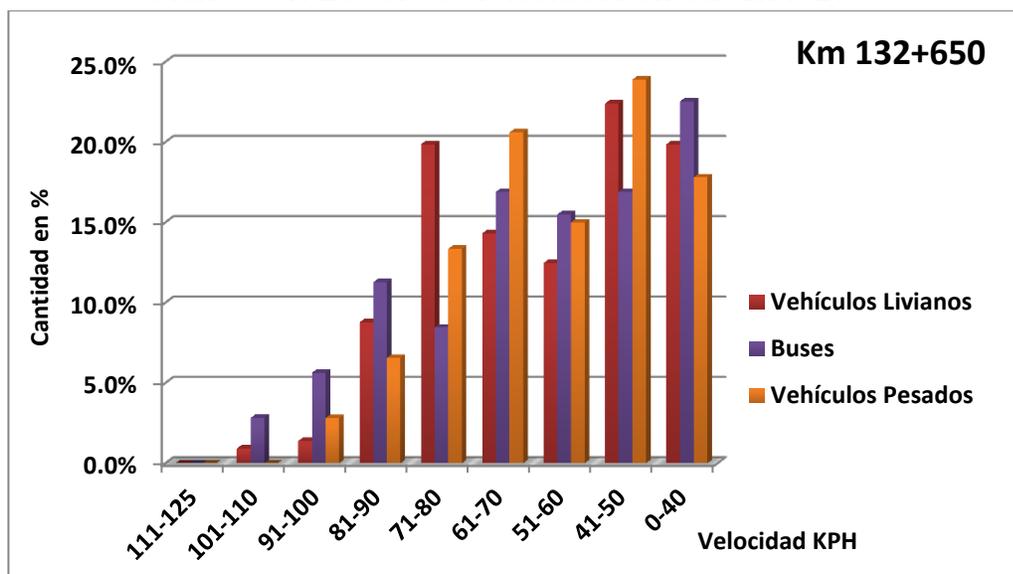
**Tabla 3-25: Distribución porcentual de velocidades, Estación 132+650**

RANGO DE VELOCIDAD KPH	Vehículos Livianos	Buses	Vehículos Pesados
111-125	0.0%	0.0%	0.0%
101-110	0.9%	2.8%	0.0%
91-100	1.4%	5.6%	2.8%
81-90	8.8%	11.3%	6.6%
71-80	19.9%	8.5%	13.3%
61-70	14.3%	16.9%	20.6%
51-60	12.5%	15.5%	15.0%
41-50	22.4%	16.9%	23.9%
0-40	19.9%	22.5%	17.8%
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia

El gráfico 3-1, representa la distribución de velocidades por tipo de vehículo, apreciando que el mayor porcentaje lo ocupa los vehículos pesados en el rango de velocidad de 41 a 50 KPH.

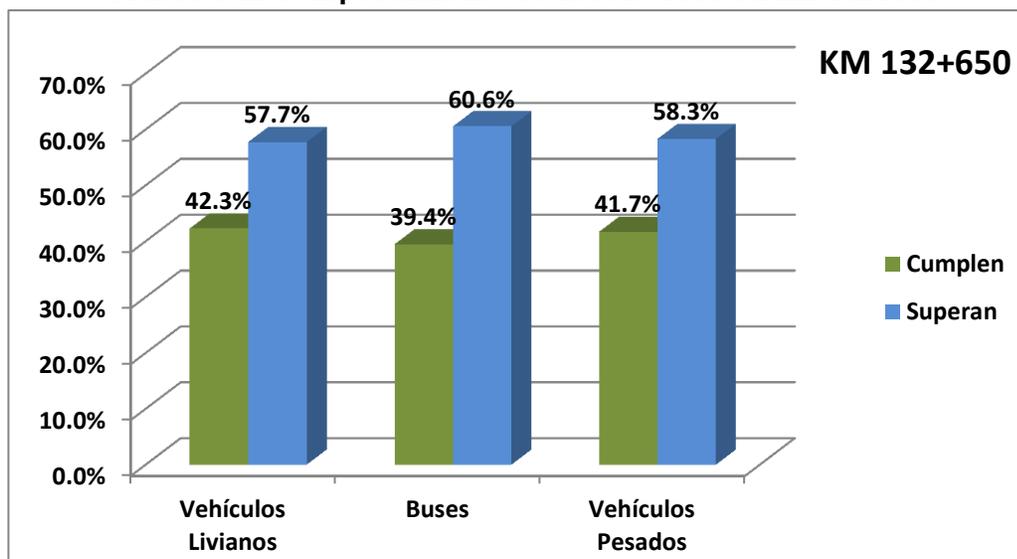
**Gráfico 3-1: Estudio de velocidad Puntual km 132+650**



Fuente: Elaboración propia

El gráfico 3-2 a continuación muestra el comportamiento de los tipos de vehículos que superan y cumplen velocidades máximas. Buses y vehículos pesados son los que mayormente irrespetan los límites de velocidad con un 60.6% y 58.3% respectivamente, seguido de los vehículos livianos con un 57.7%.

**Gráfico 3-2: Comportamiento de la velocidad en km 132+650**



Fuente: Elaboración propia

La tabla 3-26 muestra el comportamiento de las velocidades para los diferentes tipos de vehículos en la estación **138+650**, en sombreado el rango de velocidad máxima permitida para esta zona escolar-rural.

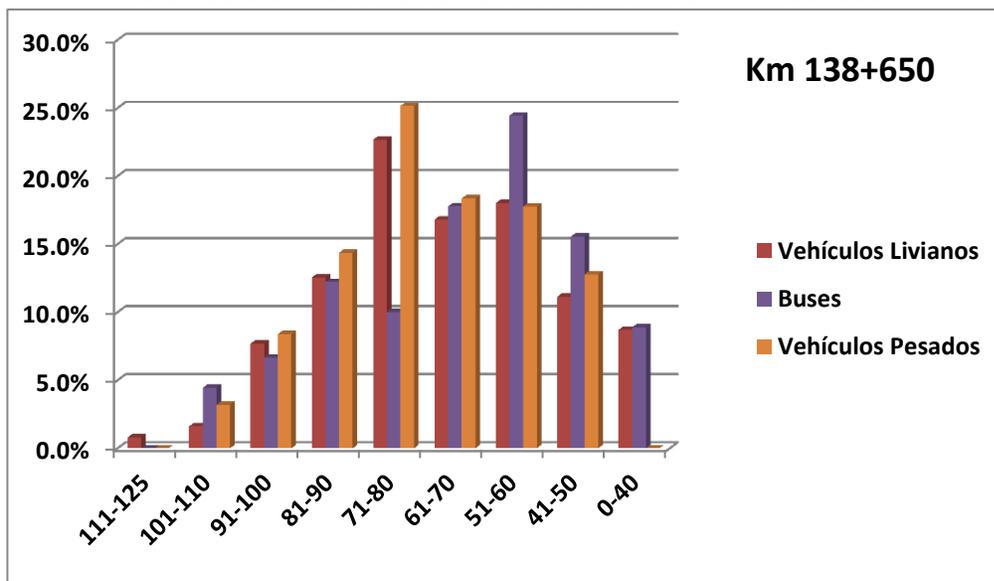
**Tabla 3-26: Distribución porcentual de velocidades por tipo de vehículo, estación 138+650**

RANGO DE VELOCIDAD KPH	Vehículos Livianos	Buses	Vehículos Pesados
111-125	0.8%	0.0%	0.0
101-110	1.6%	4.4%	0.0
91-100	7.7%	6.7%	0.1
81-90	12.6%	12.2%	0.1
71-80	22.7%	10.0%	0.3
61-70	16.8%	17.8%	0.2
51-60	18.0%	24.4%	0.2
41-50	11.1%	15.6%	0.1
0-40	8.7%	8.9%	0.0
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia

El gráfico 3-3, representa la distribución de velocidades por tipo de vehículo para la estación 138+650, apreciando que el mayor porcentaje lo ocupa los vehículos pesados en el rango de velocidad de 71 a 80 KPH.

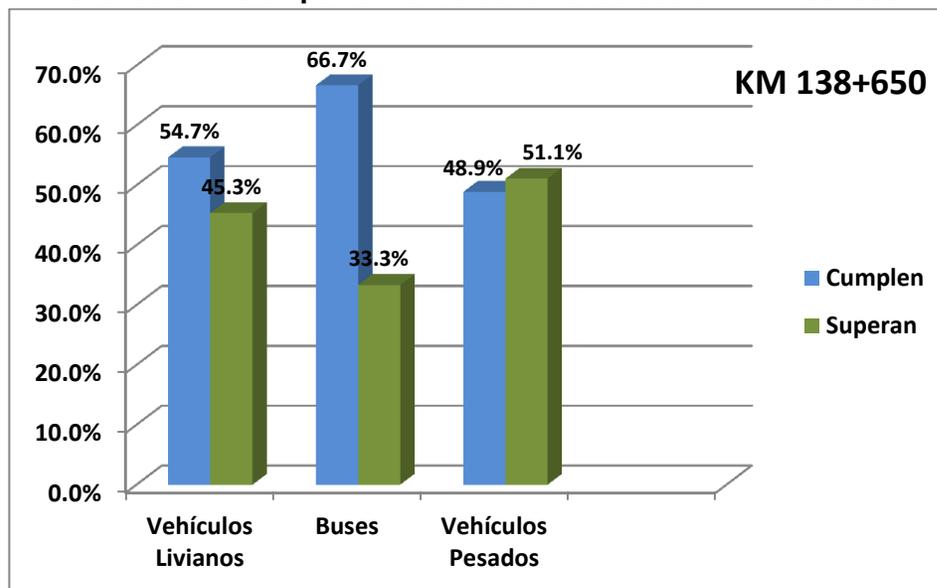
**Gráfico 3-3: Estudio de velocidad Puntual km 138+650**



Fuente: Elaboración propia

Según el gráfico 3-4, un 51.1% de los vehículos pesados irrespeta los límites de velocidad, seguido de los vehículos livianos con 45.3% y vehículos livianos con 45.6%.

**Gráfico 3-4: Comportamiento de la velocidad en km 138+650**



Fuente: Elaboración propia

# CAPÍTULO CUATRO

## ANÁLISIS DE ACCIDENTALIDAD

### 4.1 Introducción

El mayor índice de accidentes de tránsito se registra en la ciudad capital, pero los accidentes sobre las carreteras suelen ser los más severos o de gravedad, dejando pérdidas humanas y daños materiales. A esto se suma el acelerado incremento del parque automotor que induce al aumento de los accidentes.

Una de las medidas de mejoramiento de la seguridad vial en la infraestructura, es el tratamiento de sitios de alta incidencia de accidentes. Un sitio de alta incidencia de accidentes es un segmento de cierta longitud (según el tipo de vía) en el que consistentemente (en varios años) se presenta una determinada frecuencia anual de accidentes con cierto nivel de severidad (con lesionados) por encima de un valor límite. Las soluciones aplicadas a través del correcto análisis del problema, puede rendir muy valiosos resultados, salvando muchas vidas y evitando un gran número de lesionados.

Aún, cuando la mayoría de los accidentes son causados por el comportamiento de conductores y peatones, la probabilidad de accidentes y su severidad puede ser reducida con el uso de dispositivos para el control de tránsito y un buen diseño geométrico, y las facilidades al tráfico peatonal (andenes, puentes, semáforos) y al tráfico de vehículos no motorizados (ciclovías, anchos de hombros).

En este acápite se presentan, a través del análisis de la base de datos de los accidentes con víctimas de los años 2008, 2009 y 2010 de la DGT, los principales escenarios de accidentes (desde un punto de vista de severidad), los meses, días y horas más frecuentes en que ocurren y un estudio de los puntos críticos.

### 4.2 Factores que inciden en los accidentes de tránsito

**Factor Humano:** Cuando los conductores cometen infracciones de tránsito o cuando hacen erradas evaluaciones de las condiciones imperantes en la vía, que tienen su base en varias situaciones, tales como el uso de algunos fármacos, ingerir alcohol, el uso de otras drogas, el cansancio, el stress, etc.

- Las drogas y fármacos producen en las personas una reducción del tiempo de reacción lo cual les impide tomar una acción adecuada oportunamente y aumenta el riesgo de realizar maniobras imprudentes y de omisión por parte del conductor:
  - Efectuar adelantamientos en lugares prohibidos (Choque frontal muy grave).
  - Atravesar un semáforo en rojo, desobedecer las señales de tránsito.
  - Circular por el carril contrario (en una curva o en un cambio de rasante).
  - Conducir a exceso de velocidad (produciendo vuelcos, salida del automóvil de la carretera, derrapes).
  - Usar inadecuadamente las luces del vehículo, especialmente en la noche.
- Salud física y mental del conductor o peatón no aptas. (Ceguera, daltonismo, sordera, etc.).
- Peatones que cruzan por lugares inadecuados, juegan en carreteras, lanzan objetos resbaladizos al carril de circulación (aceites, piedras).

**Factor Vehicular:** Vehículo en condiciones no adecuadas para su operación (sistema averiado de frenos, dirección o suspensión).

**Factor Vial:**

- Mal estado de la señalización vertical y horizontal.
- Deterioro de la superficie de rodamiento.
- Diseño geométrico deficiente
- Capacidad de las vía rebasada.
- Semáforos que no funcionan correctamente.

### **4.3 Metodología para el análisis de accidentalidad**

El estudio presenta los siguientes pasos:

#### **4.3.1 Reportes de Accidentes**

- 1- Estudio detallado los reportes de accidentes que fueron brindados por la Dirección de Seguridad de Tránsito Nacional
- 2- Jerarquización de los datos para determinar tanto los grupos y tipos de accidentes como la ubicación de éstos.

3- Identificación de factores dominantes y determinación de la naturaleza que ocasionó el accidente.

#### **4.3.2 Infraestructura Vial**

- 1) Características físicas y geométricas.
- 2) Funcionamiento de los dispositivos de control de tránsito.
- 3) Volúmenes vehiculares.
- 4) Estudio de velocidades.
- 5) Zonas pobladas.
- 6) Elementos de seguridad vial para el transporte automotor, no motorizado y peatonal.

#### **4.3.3 Identificación de Sitios de Alto Riesgo**

Para la identificación de sitios de alto riesgo se utilizó la siguiente metodología:

- **Método del número de accidentes**

Consiste en seleccionar las áreas de riesgo si tienen más de un número determinado de accidentes por unidad de longitud de vía o localizados en una intersección.

- **Cálculo de los Índices de Accidentes**

El cálculo de los índices de accidentes de manera que se tome en cuenta la exposición de los vehículos a los accidentes, tiene como base uno de los siguientes:

- 1- Por 100 millones de vehículos-kilómetros de viaje (100MVK)
- 2- Por 10000 vehículos registrados
- 3- Por 100000 habitantes

De estos no se puede cuantificar los vehículos-kilómetros ya que en el estudio no se contempla realizar una encuesta de origen y destino, que permitiese conocer la distancia promedio de viaje.

De igual manera, no es posible utilizar el índice de vehículos registrados con respecto al parque vehicular; ya que hacen falta estadísticas consistentes del parque automotor Nacional, dado que se tienen estadísticas consistentes de la población, por lo que se puede utilizar la fórmula de índices de accidentalidad con respecto a ésta.

- **Índice de Accidentalidad con respecto a la Población**

Índice de Accidentalidad  $I_{A/P}$

$$I_{A/P} = \frac{N^{\circ} \text{ de accidentes en el año} \times 1000}{N^{\circ} \text{ de habitantes}}$$

Ecuación 4-1

- **Proyecciones de Accidentalidad**

$$X_i = \frac{\text{Accidentes de tránsito año } i}{\text{Accidentes de tránsito año base}}$$

$$X = \frac{\sum X_i}{n^{\circ} \text{ de años}}$$

Ecuación 4-2

**Dónde:**

$X_i$ : Crecimiento porcentual Promedio Anual.

X: Factor de crecimiento (%)

Año $_i$ : Año posterior al año base

Año base: primer año de estudio

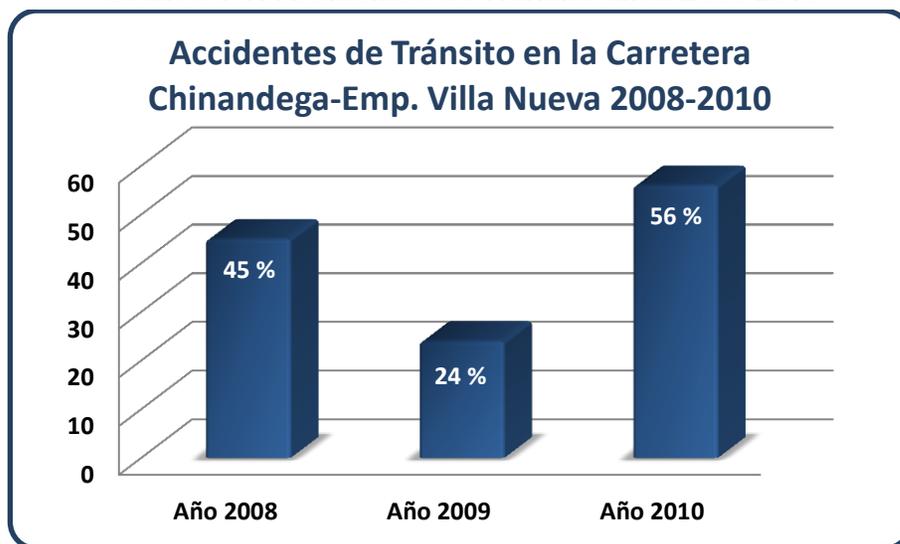
$$\text{Proyección}_{\text{accidentalidad}} = X \times n^{\circ} \text{ accidentes en el año base}$$

Ecuación 4-3

#### 4.4 Análisis de Accidentes

Según el análisis de estadísticas de la carretera Chinandega – Empalme Villa Nueva se registraron 45 accidentes en el año 2008, 24 accidentes en el 2009 y el año 2010 registró 56 accidentes, siendo este último el mayor porcentaje en los últimos tres años, datos que se representan en el gráfico 4.1.

**Gráfico 4-1: Accidentes de Tránsito años 2008-2010**



Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.1 Accidentes de tránsito según tipo de vehículo

Los datos de la tabla 4.1 nos indican qué tipos de vehículos se han visto involucrados en los accidentes del año pasado, donde los mayores porcentajes lo ocupan los accidentes en **camionetas con 30.53%**, seguido de las **motos con 14.74%**, **autos con 13.68%**, **camiones con 12.63%** (se refiere a los livianos de carga y los C3 y C4), finalmente los **camiones de carga pesada con 11.58%** llamados también furgones o cabezales.

**Tabla 4-1: Accidentes por tipo de vehículos**

TIPO	N° ACCIDENTES	PORCENTAJE
Auto	13	13.68
Bicicleta	10	10.53
Camión	12	12.63
Camioneta	29	30.53
Moto	14	14.74
Bus	2	2.11
Cabezal	11	11.58
Carreta	2	2.11
Microbús	2	2.11
<b>TOTAL</b>	<b>95</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia

#### 4.5 Causas y severidad de los accidentes de tránsito

**Invadir Carril:** Ocurre cuando el conductor interfiere en el carril que utiliza correctamente otro vehículo, generalmente con intenciones de adelantarlo.

**Semoviente en la Vía:** Ocurre cuando el ganado de cualquier tipo obstaculiza la circulación de los vehículos en la vía.

**No Guardar Distancia:** Esta causa se genera al no considerar el espacio suficiente con el vehículo que circula adelante, se requiere de un tiempo de reacción para aplicar los frenos, este tiempo está relacionado con la distancia y velocidad de los vehículos.

**Giro indebido:** Ocurre cuando no se respetan las señales restrictivas prohibiendo giros, o un conductor trata de cambiar de sentido de circulación en un tramo inapropiado donde no hay condiciones geométricas.

**Mal estado mecánico:** Es el desperfecto que presenta un vehículo en circulación, generalmente se debe a falta de mantenimiento o revisión mecánica.

**Desatender señales:** Los usuarios de la vía (conductores y peatones), hacen caso omiso a la señalización ubicada en la vía.

**Imprudencia peatonal:** Los peatones que también son usuario de la vía, no respetan los espacios destinados para su circulación.

**Caso Fortuito:** Son situaciones inesperadas que generan accidentes en los cuales el conductor se ve limitado a buscar mecanismos de defensas.

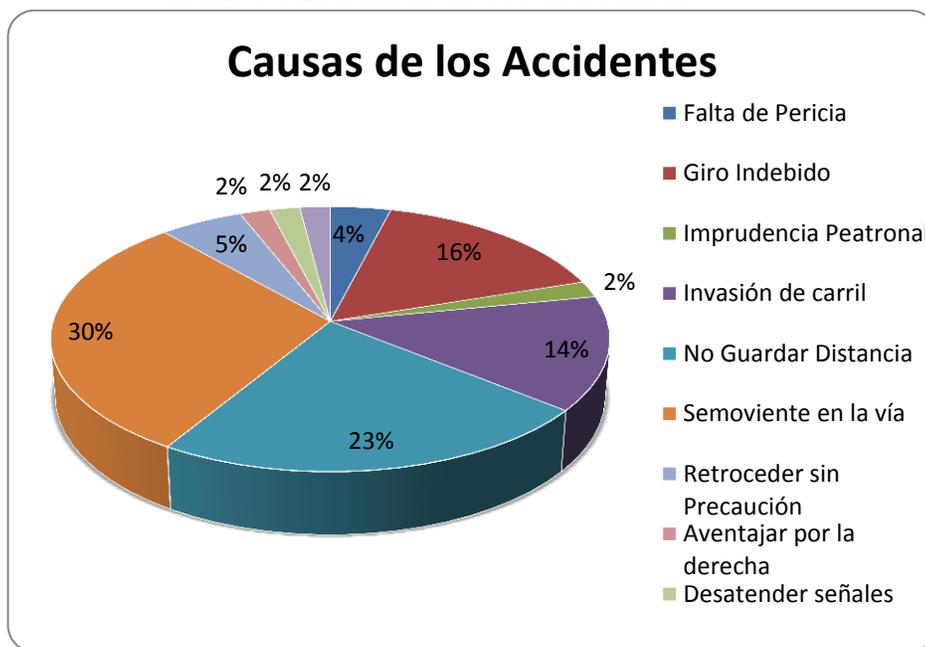
**Vehículo contra la vía:** El conductor utiliza el carril contrario de la dirección que se dirige.

**Aventajar:** La distancia y velocidad no permite al automóvil que nos precede adelantar, con total seguridad.

**Exceso de velocidad:** Ocurre cuando los conductores exceden las velocidades reglamentada en la señalización.

En la gráfica 4.2 se detallan las causas de forma cuantitativa y porcentual de los accidentes de tránsito en el año 2010.

**Gráfico 4-2: Causas de los accidentes**



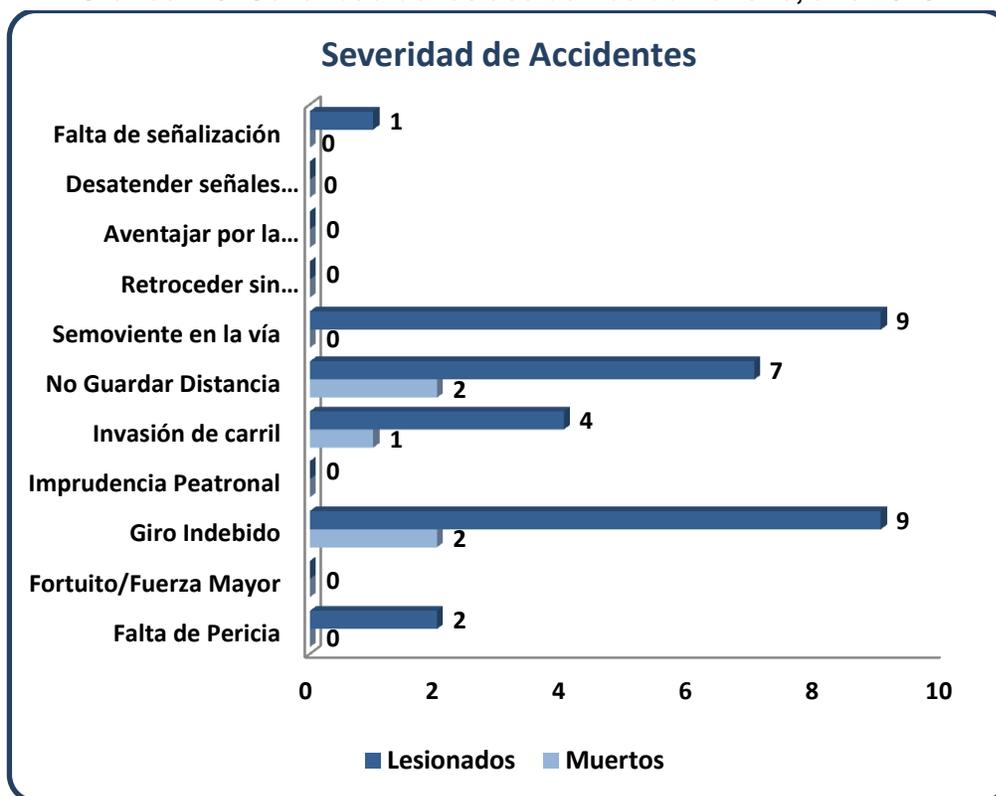
Fuente: Elaboración propia

El gráfico 4.2 pone a evidencia que la causa principal que provocó accidentes en este tramo, fue la **Presencia de Semoviente en la Vía** que abarca un 30% del total, otro puntaje de gran impacto es **No Guardar Distancia** con 23%. Otra causa que provoca accidentes es realizar **Giros indebidos** con 16% y la **Invasión de carril** con 14%.

Se observa que el 70% de las causas son atribuidas al factor humano y el 30% al entorno rural, la vía se ve obstaculizada con ganado principalmente vacuno, causante de accidentes por atropello, lo que debe representar una preocupación por parte de las autoridades y la policía para no permitir que el ganado circule desordenadamente.

El impacto de estas causas en la integridad física de las personas, se muestra en la siguiente gráfica 4-3, que detalla de forma cuantitativa los accidentes por muertos y lesionados. La severidad de los accidentes está en función de las víctimas acaecidas, (muertos y lesionados), la gráfica 4.3 refleja que el mayor porcentaje lo representan las personas lesionadas, a causa de la **Presencia de semoviente en la vía** y realizar **Giros indebidos**, sin embargo las víctimas fatales fueron causa de **No Guardar Distancia** y de **Realizar Giros Indebidos**.

Gráfico 4-3: Severidad de los accidentes de tránsito, año 2010.



Fuente: Elaboración propia

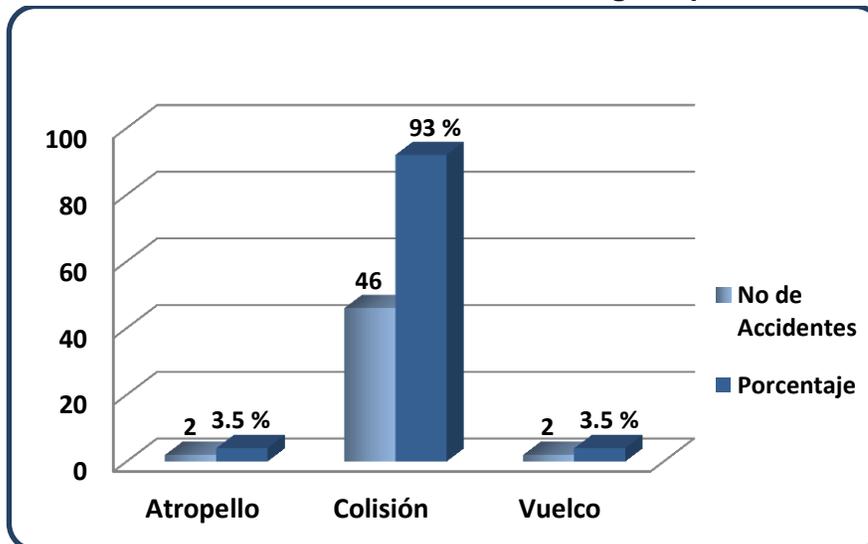
Br. Kenia Massiel Zúniga Alaniz

#### 4.6 Tipos de Accidentes de Tránsito

- ✓ **Atropello:** Ocurre entre un vehículo en movimiento y al menos un ser viviente (persona o animal).
- ✓ **Colisión entre vehículos:** Ocurre entre dos o más vehículos.
- ✓ **Colisión con punto fijo:** Ocurre entre un vehículo en movimiento y un objeto inerte que puede ser una casa, un poste, un boulevard, una acera inclusive con otro vehículo estacionado.
- ✓ **Vuelcos:** Es un tipo de accidente en el cual el conductor de un vehículo pierde el control del mismo.
- ✓ **Caída de personas:** Ocurre cuando una persona cae del vehículo que es transportada sufriendo lesiones a muerte.
- ✓ **Caída de Objetos:** Este accidente ocurre, cuando, los vehículos del transporte de carga no aseguran correctamente la misma.

Los tipos de accidentes más frecuentes que se presentaron en el año 2010 tramo fueron: **Atropello, Colisión y Vuelcos**, que se representan en la gráfica 4-4, a continuación.

**Gráfico 4-4: Distribución de accidentes según tipo, año 2010**

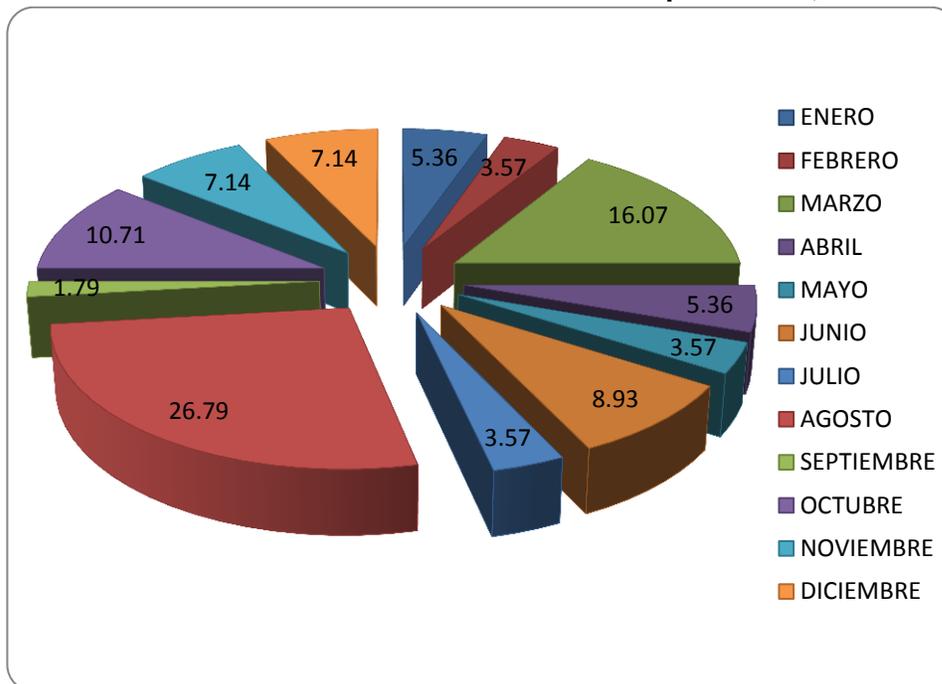


Fuente: Elaboración Propia

Los accidentes por **colisión** predominan en el tramo, representando un 93% de los accidentes de tránsito y en segundo lugar están los **atropellos** y **vuelcos** con 3.5% cada uno.

El gráfico 4-5 siguiente muestra la distribución de Accidentes por mes.

**Gráfico 4-5: Distribución de los accidentes de tránsito por meses, en el año 2010**



Fuente: Elaboración Propia

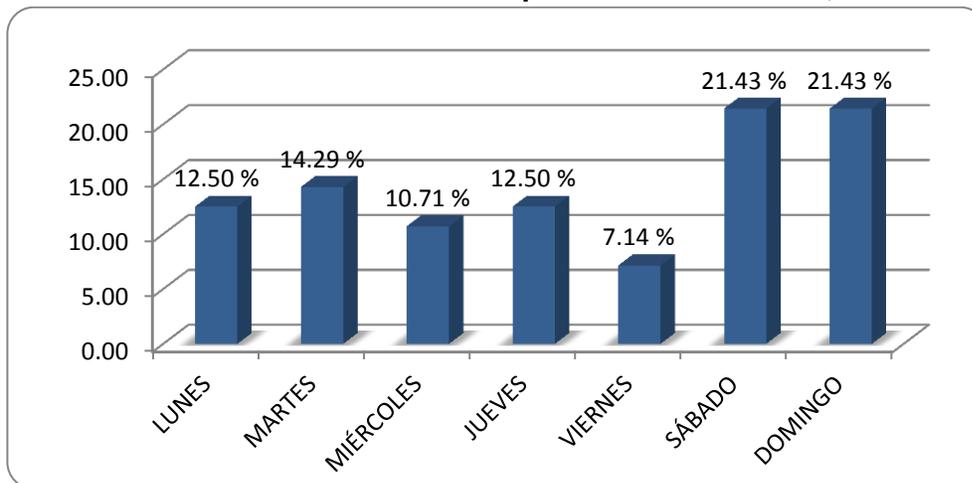
De acuerdo al gráfico 4-5, en el tramo de la carretera Chinandega-Empalme Villa Nueva, los accidentes varían de acuerdo a los meses del año. Se pudo determinar que existe una mayor concentración de accidentes en los meses de **agosto y marzo**, seguido del mes de **octubre**, que es cuando los lazos de comercialización (exportación e importación) con otros países y a lo interno presenta un mayor auge y conlleva a un aumento de los usuarios en las carreteras.

#### **4.7 Distribución de Accidentes de tránsito por días de la semana**

La importancia del conocimiento de la cantidad de accidentes de tránsito ocurridos en el transcurso de la semana, nos permite identificar los días con altos índices de accidentalidad con el objetivo de que las autoridades involucradas puedan efectuar medidas preventivas que permitan disminuir el número de accidentes en este tramo.

El siguiente gráfico, 4-6, muestra el comportamiento de los accidentes a lo largo de la semana.

**Gráfico 4-6: Accidentes de tránsito por días de la semana, año 2010**



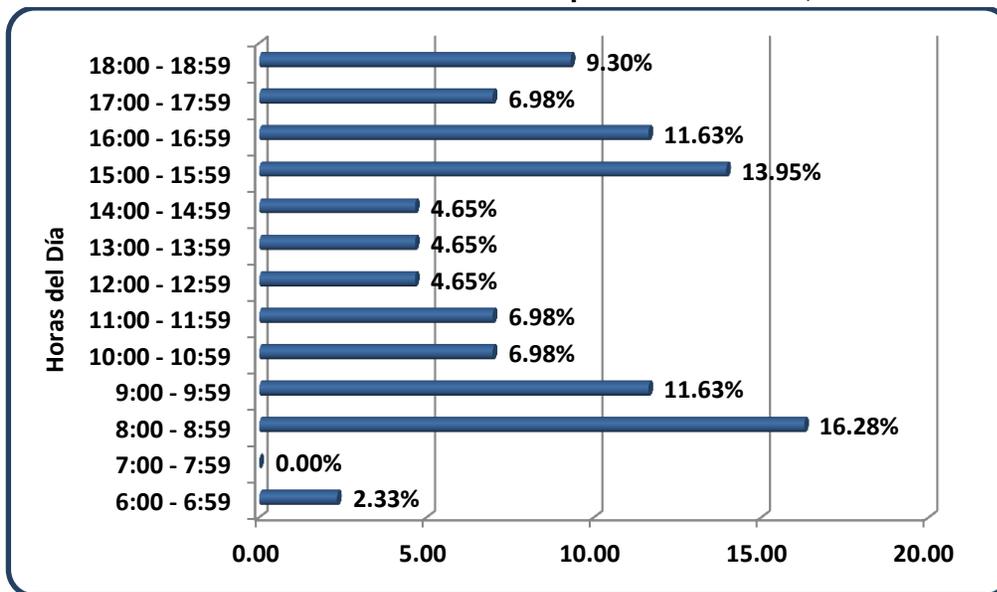
Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al gráfico 4-6, los porcentajes de accidentes de tránsito registrados, se concentran en los fines de semana, en los días **sábado y domingo**, representando el 43% del total de accidentes ocurridos en los días de la semana en el año 2010, que puede justificarse por las movilizaciones de usuarios que salen de paseo o vacacionar.

#### 4.8 Distribución de Accidentes de Tránsito en Horas del Día.

Los gráficos 4.7 y 4.8 presentan una distribución horaria de los accidentes de tránsito, separando los accidentes ocurridos en el día y en la noche.

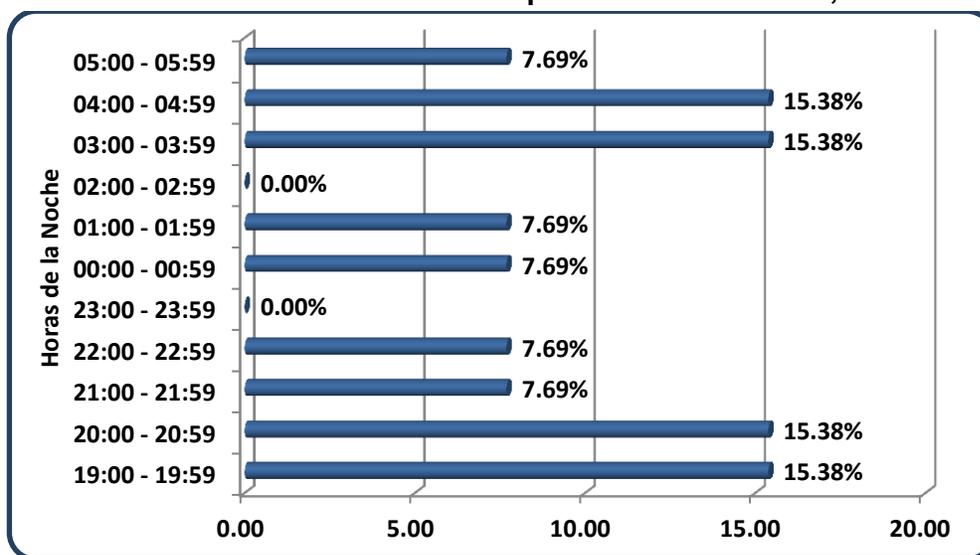
**Gráfico 4-7: Accidentes de tránsito por horas del día, año 2010**



Fuente: Elaboración Propia

El horario de mayor ocurrencia de los accidentes de tránsito se da entre las 08:00 a las 08:59 horas con un **16.28%**, seguido de las 15:00 a las 15:59 con **13.95%**, que puede justificarse porque son los horarios que la población destina para el desplazamiento de ida y retorno de las labores del campo, y el desplazamiento hacia el vecino país.

**Gráfico 4-8: Accidentes de tránsito por horas de la noche, año 2010**



Fuente: Elaboración propia

La mayor cantidad de accidentes en rangos de horarios por la noche son de mayor incidencia en las siguientes horas: De las 19:00 a las 20:59 horas y de las 03:00 a las 05:59 horas con el **15.38%** en cada período.

El estudio de la información estadística disponible, demuestra que la tasa de accidentes de tránsito durante la conducción nocturna es menor que la ocurrida durante el día, debido a la menor movilización de usuarios sobre la vía en estas horas.

#### **4.9 Identificación de los Puntos Críticos en el tramo de la Carretera Chinandega-Empalme Villa Nueva**

Según la clasificación del Departamento de Ingeniería de tránsito de la Dirección de Seguridad de Tránsito Nacional, se puede definir como tramos y puntos críticos aquellos lugares donde **se registran 5 ó más accidentes en el año**, en consideración a esta clasificación para este tramo se seleccionaron los sitios donde ocurrieron más de cinco accidentes a lo largo del año en ese mismo punto.

Esta selección se realizó con el objetivo de determinar el factor que influye en la ocurrencia de estos accidentes (factor humano, vehicular y de la vía).

Los puntos críticos seleccionados corresponden a la **zona urbana de Chinandega**, y a la **zona rural con los Poblados de La Grecia y el Poblado de Villa Nueva** puntos ubicados a lo largo de la carretera donde son frecuentes los accidentes. En la tabla 4.2, se muestran de los sitios identificados como Puntos Críticos, la información corresponde al año 2010.

**Tabla 4-2: Puntos Críticos**

Estación	Dirección	Total Acc.	Muertos	Lesionados
<b>Km 132+300</b>	Entrada al Reparto Monserrat	7	1	3
<b>Km 134+500</b>	Empalme Carretera El Viejo	6	0	1
<b>Km 138+650</b>	Comarca La Grecia	6	1	3
<b>Km 174+000</b>	Poblado Villa 15 de Julio	5	0	5

Fuente: Elaboración propia

#### **KM 132+300 (ENTRADA AL REPARTO MONSERRAT)**

A la altura de este kilómetro se registraron siete accidentes de tránsito, que dejaron tres personas lesionadas y una persona fallecida, la principal causa de los accidentes se debió a **No Guardar la Distancia** y **Retroceder sin Precaución**. Esta es la entrada a la zona urbana de Chinandega, donde la presencia de peatones es frecuente y está cercana a colegios de gran importancia en la ciudad. En cuanto a las características geométricas no es un sitio de peligrosidad, ya que los accidentes fueron debido al factor humano, no debido al factor vial, con respecto a las características de las zonas laterales se observó que negocios colindantes causan conflicto a la movilidad de los vehículos (vendedores ambulantes).

#### **KM 134+500 (EMPALME CARRETERA EL VIEJO-CONGO-POTOSÍ)**

Conocido también como empalme La Mela, aquí se registraron seis accidentes de tránsito, los cuales son producto del factor humano ya que las principales causas son: **Invasión de Carril** y **Realizar Giros Indebidos**.

Un aspecto importante en esta intersección es que el señalamiento horizontal está borroso.

#### **KM 138+650 (COMARCA LA GRECIA)**

Este punto ubicado en una zona rural se denomina como punto crítico ya que se han registrado un total de seis accidentes, dentro de los cuales una persona falleció, siendo sus causas las siguientes: **No Guardar Distancia** y **la Presencia de Semoviente en la Vía** que motiva que ocurran accidentes al tratar de esquivarlos.

### **KM 174+000 (POBLADO VILLA 15 DE JULIO)**

En el Kilómetro ciento setenta y cuatro ocurrieron cinco accidentes de tránsito, dejando como resultado cinco lesionados además de los daños materiales. Según los registros de la Dirección de Tránsito, las acciones de los conductores que motivaron la ocurrencia de estos accidentes fueron: **La Invasión de Carril y la Presencia de Semoviente en la Vía.**

#### **4.10 Proyecciones de Accidentalidad en el tramo de Carretera Chinandega-Empalme Villa Nueva**

Las proyecciones de accidentalidad se realizaron basadas en las estadísticas de accidentes de tránsito en los últimos cinco años del 2006 al 2010 obteniendo el crecimiento porcentual promedio anual de 1.28%.

Considerando la línea de crecimiento de los accidentes de tránsito con tendencia exponencial, alcanzaremos al finalizar el año 2012 un aproximado de 72 accidentes y para el año 2015 un aproximado de 195 accidentes, partiendo de los 56 que ocurrieron en el año 2010 en este tramo de carretera.

**Tabla 4-3: Proyecciones de accidentes para los próximos 5 años**

<b>PROYECCIONES DE ACCIDENTALIDAD</b>	
<b>AÑO 2012</b>	<b>72</b>
<b>AÑO 2013</b>	<b>93</b>
<b>AÑO 2014</b>	<b>118</b>
<b>AÑO 2015</b>	<b>152</b>
<b>AÑO 2016</b>	<b>195</b>

Fuente: Elaboración propia

#### **4.11 Índice de Accidentalidad**

El índice de accidentalidad (n° de accidentes), con respecto a la población es expresado por cada 100, 000 habitantes. En este caso se tomó en cuenta la población más cercana a la carretera, que es la del departamento de Chinandega, por ser la que más transita por la carretera y la población que puede ser la más perjudicada por los accidentes. La población existente en el departamento de Chinandega es de 378, 970 habitantes.

Al utilizar la fórmula de accidentalidad con respecto a la población se obtuvo un índice de 15 accidentes por cada 100,000 habitantes en el año 2010.

# CAPÍTULO CINCO

## SEGURIDAD VIAL

### 5.1 Introducción

La preocupación por la seguridad vial ha ido en aumento durante los últimos años en todas las sociedades, parece claro que las consecuencias negativas del tráfico sobre la vida humana son el principal inconveniente del transporte por carretera. Lo cierto es que, independientemente de sus connotaciones negativas, en términos de congestión, contaminación y, sobre todo, pérdida de vidas humanas, el transporte por carretera forma parte de la vida de cada uno de los ciudadanos de un país, y su importancia en la economía es enorme.

En general, todos los ciudadanos somos partícipes activos del tránsito ya sea como conductores, peatones o pasajeros, lo que nos crea la necesidad de conocer e identificar las normas y los dispositivos que regulan la movilización por las vías públicas, ya que de ello depende nuestra seguridad y la de los demás usuarios.

Para lograr el desplazamiento ordenado del tránsito no es suficiente la publicación de leyes y normas que reglamenten el comportamiento de los usuarios en las vías públicas, ya que las condiciones cambiantes del tiempo, el lugar, las características de los vehículos, las reacciones físicas y sociológicas de las personas, entre muchas otras razones, requieren de elementos que ayuden a prevenir los riesgos, reglamentar el uso de las vías y guiar a los usuarios mediante información clara y oportuna, y es donde cobra importancia la unificación de señales a nivel de la región Centroamericana.

La educación vial juega un papel determinante para la prevención y reducción de los accidentes, debe ser impulsada en todos los sectores de la población a través de las instituciones adecuadas, desde el Estado quien debe ser el directo responsable del establecimiento de las políticas sobre seguridad vial y que debe contemplar la coordinación desde el nivel nacional hasta el local, hasta la Universidad misma que debería reforzar este aspecto tan humano.

Para lograr una mejora de la seguridad vial es necesario involucrar a todos los entes de la sociedad que puedan tener una implicación con la seguridad;

Los organismos nacionales involucrados y comprometidos en el tema son:

- Dirección de Seguridad de Tránsito Nacional (DSTN)
- Consejo Nacional de Seguridad Vial (CONASEV)
- Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI)
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (MINED)
- Alcaldías Municipales
- Fondo de Mantenimiento Vial (FOMAV)
- Ministerio de Salud
- Empresa Privada y ONG
- Universidades que educan en Ingeniería civil
- Medios de comunicación

En este capítulo se plantearán acciones que contribuyan a lograr una efectiva seguridad para los usuarios de las carreteras, tanto conductores como peatones.

## **5.2 Estrategias para contribuir a la Seguridad Vial**

### **5.2.1 Educación**

El problema de la accidentalidad en este estudio, está atribuido directamente al factor humano, de ahí surge la necesidad de enfocar esfuerzos en la formación de valores a través de propuestas de campañas de educación a todos los usuarios por ser partícipes de esta gran preocupación en la prevención de accidentes. El objetivo de esta acción es inducir a mejorar el comportamiento a través de una observancia más estricta de la normativa vigente, mediante la armonización de las sanciones a escala centroamericana, con una formación continua de los conductores particulares y profesionales, la mejora de los controles policiales y el fomento de campañas de educación y sensibilización de los usuarios de las carreteras.

- **Educación vial a Conductores**

A los conductores más jóvenes por ser más propensos a mezclarse en riesgosos excesos de velocidad y conducir con impericia por la falta de experiencia, son menos capaces de enfrentarse con situaciones peligrosas. A conductores de servicio del transporte colectivo, selectivo y de carga por ser un riesgo debido a que muchos de ellos van compitiendo sobre la carretera. El binomio alcohol conductor, a pesar de no ser uno de los factores concurrentes en este estudio, lo cierto es que a nivel nacional, se detecta una combinación explosiva de conducción juvenil, especialmente durante la noche de los fines de semana.

- **Educación vial a Peatones**

Abordar a través de amplias campaña de concientización pública dirigidas primordialmente a los grupos que están más involucrados en los accidentes, los niños por ser más vulnerables debido a sus condiciones físicas.

Es imprescindible que la Educación Vial forme parte integral de la educación mediante sistemas educativos en escuelas para formar ciudadanos capaces y consientes de la gran responsabilidad que supone ser un usuario vial.

**Análisis:** Las políticas de seguridad vial que se han implantado en todos los países del mundo reconocen que la educación vial en niños y jóvenes constituye una de las herramientas más efectivas para la reducción de la accidentalidad a largo plazo. La promoción de la participación de la policía local en actividades de formación en colegios de educación primaria y secundaria ha rendido frutos positivos.

**Iniciativas:**

- Convocar proyectos orientados a la formación en valores como la educación vial y campañas de sensibilización dirigidas a padres e hijos, trascendiendo en las universidades y en las empresas.
- Crear programa de capacitación a distancia de profesores de secundaria y universitarios en seguridad vial.
- Elaboración, actualización, edición y distribución constante de materiales didácticos para los diferentes niveles educativos.
- Contar con un componente de seguridad vial en todos los eventos relacionados con vialidad que se realicen a nivel nacional y regional.
- Oferta de actividades de educación vial para diferentes colectivos sociales.
- Desarrollar programa para que los médicos sean asesores de seguridad vial, proporcionando consejos de seguridad vial a los pacientes.
- Elaboración de estudios sobre la salud de los conductores profesionales y definición de un protocolo específico de vigilancia de la salud de conductores profesionales.
- Se debe exigir a todos los medios radiales, televisivos y por escrito, la inclusión o ampliación de programas que infundan la seguridad vial.
- Elaboración de una estrategia de comunicación con campañas adaptadas a distintas problemáticas y campañas generales de concienciación de seguridad vial.
- Campañas publicitarias dirigidas a los jóvenes sobre los riesgos asociados a la conducción bajo los efectos del alcohol y/o drogas.
- Creación de grupos de trabajo sobre el control y disciplina, educación y formación, jóvenes, ocio y seguridad en las motocicletas.

### 5.2.2 Seguridad de los Escolares

**Análisis:** La seguridad de los escolares, especialmente en los accesos a los centros de enseñanza, debe ser una de las prioridades del estado. Se trata de problemas que se deben abordar desde la infraestructura y la educación.

**Iniciativa:** Creación de un plan de mejora de la seguridad vial en los accesos a los centros de enseñanza, a través del acompañamiento de agentes de seguridad de tránsito nacional y de la correcta instalación de señales de tránsito para zonas escolares.

### 5.2.3 Seguridad de los Peatones

**Análisis:** Proteger a los usuarios más vulnerables de la vía, los peatones.

**Iniciativa:** A través de los gobiernos municipales y el Ministerio de Transporte e Infraestructura, se propone crear un programa de construcción de andenes peatonales y fortalecimiento la educación vial a peatones.

### 5.2.4 Seguridad en el Transporte Colectivo

**Análisis:** Los vehículos de transporte de viajeros, a pesar de que no presentan elevadas cifras de accidentalidad en este estudio, muchos de ellos, no prestan las condiciones necesarias para el transporte de pasajeros.

**Iniciativa:** Mediante la Policía Nacional de Tránsito, se propone fomentar la renovación de los vehículos de transporte de pasajeros e instalación de los cinturones de seguridad.

### 5.2.5 Seguridad de los Vehículos

**Análisis:** Los vehículos no siempre se encuentran en óptimas condiciones para la circulación, especialmente en cuanto a su influencia en la seguridad y el ambiente, es común ver atrasos en el tráfico debido al mal funcionamiento de vehículos.

**Iniciativa:** La policía debe ser más estricta en cuanto a las normas de circulación del estado de los vehículos, exigiendo la inspección técnica mecánica y emisión de gases, establecer multas mayores para los casos de incumplimiento.

### 5.2.6 Aplicación de Leyes

**Análisis:** La Policía Nacional a través de la Dirección de Seguridad de Tránsito tiene una gran responsabilidad de hacer cumplir las leyes así como ser promotores de campañas de educación a todos los sectores de la población.

**Iniciativa:** Se plantea que la Policía Nacional debe incorporar más agentes de tránsito para poder llevar a cabo una vigilancia y control proporcionado de acuerdo a las necesidades.

Esto supone el incremento de recursos ineludibles que deben ser proporcionados a esta Institución donde la carencia de presupuesto incide en la capacidad de cobertura y en la falta de personal capacitado en el tema de seguridad vial.

Es indispensable por tanto la presencia policial en los puntos más propensos de accidentes, hay que hacer énfasis en un estricto fortalecimiento en la capacitación a los conductores e incrementar los niveles de exigencia para los solicitantes de licencia, al igual que la implementación de programas minuciosos de revisión de la flota vehicular y el uso obligatorio del cinturón de seguridad, así como el cumplimiento de la normativa en el transporte profesional, especialmente en cuanto a los tiempos de descanso, como medida que influye en la seguridad vial. Así mismo se debe poner énfasis para la formación y reaprovechamiento de profesores y directores particulares de conductores.

### 5.2.7 Ingeniería

**Análisis:** Un buen diseño geométrico de las vías reduce las posibilidades y gravedad de los accidentes. Conscientes de que el objetivo principal de cualquier iniciativa dirigida a mejorar la seguridad vial debe ser reducir el número de accidentes, es necesario, por otro lado, prestar especial atención a un segundo objetivo, que se centra en la reducción de la gravedad de los mismos. Ya que en muchas ocasiones, es inevitable que se produzca un accidente, deben ponerse en marcha iniciativas para intentar reducir sus consecuencias.

**Iniciativa:** Resulta difícil controlar todas las conductas particulares de los usuarios y, de esta manera, impedir que un conductor circule a gran velocidad por un determinado tramo de carretera; sin embargo, desde la infraestructura, se puede garantizar que exista una zona despejada próxima a la vía, libre de obstáculos o, en su defecto, el sistema de contención apropiado, de esta manera, el vehículo que se salga de la vía debido a una actitud poco segura de su conductor, sufrirá probablemente un accidente de menores consecuencias al que tendría si existieran obstáculos sin proteger o pendientes pronunciadas sin sistemas de contención apropiados.

### 5.2.8 Recogida, análisis y divulgación de datos sobre accidentes

**Análisis:** El sistema de recogida de datos de accidentes a nivel nacional debe, por parte de Tránsito Nacional, ser un sistema rápido y eficiente para poder realizar análisis y divulgación.

**Iniciativa:** Desarrollar un sistema informático a nivel nacional de la base de datos de la Policía Nacional de Tránsito, de manera que exista una base de datos para cada municipalidad y tenga conexión con las estadísticas nacionales sobre accidentes de tránsito; Publicación diaria, quincenal y mensual de los datos de accidentalidad y de informes, estudios e investigaciones sobre seguridad vial.

### 5.2.9 Conservación Vial

**Análisis:** La vigilancia continua por parte de las autoridades que tratan la conservación de las vías (MTI, FOMAV) permite identificar posibles deficiencias en la vía, ya sea en geometría, señalización y entorno natural.

**Iniciativas:** Crear sistemas actualizados a través de las invenciones tecnológicas, que permitan las visitas de campo continuas para identificar problemas en las carreteras, así mismo para darle seguimiento al inventario vial. Ver anexo 3.1, pág. 115 (Metodología para inventariar-Colector Inventario Vial) y dotación progresiva de los presupuestos de conservación vial.

### 5.2.10 Accidentalidad en el entorno agrícola y su prevención

**Análisis:** En el entorno rural y agrícola se producen accidentes, conviene establecer medidas preventivas para la mejora de la seguridad vial, tanto desde el punto de vista de la infraestructura como del usuario.

**Iniciativas:** Cursos de formación específica para conductores de tractores y maquinaria agrícola; Creación de un registro central de maquinaria agrícola y elaboración de plan de renovación del parque nacional de tractores agrícolas de más de 20 años de antigüedad, para mejorar las condiciones de seguridad de los vehículos agrícolas.

### 5.2.11 Accidentalidad por atropello de fauna

**Análisis:** Los accidentes por atropello de fauna han aumentado considerablemente en durante los últimos años y es una de las principales causas de accidentes en este estudio.

**Iniciativas:**

- Formación que concientice a los habitantes rurales para reducir la accidentalidad por atropello de fauna.
- Respetar y hacer cumplir la Ley 431, artículo nº 29. Que cita en su primer párrafo: “En los casos de semovientes que se desplacen sin arrieros en la vía pública, la Policía Nacional aplicará a sus propietarios, una multa a favor de la Alcaldía Municipal, de quinientos córdobas (C\$500.00), en caso de reincidencia la multa será de un mil córdobas (C\$1,000.00), la que deberá pagar en términos de treinta (30) días.”

# CAPÍTULO SEIS

## SEÑALIZACIÓN VIAL

### 6.1 Introducción

Los dispositivos para la regulación del tránsito indican a los usuarios las precauciones que deben tener en cuenta, las restricciones en el tramo de circulación y las informaciones estrictamente necesarias, dadas las condiciones específicas de la vía. En síntesis el propósito del señalamiento vial es permitir al conductor formar un juicio sobre su entorno para facilitar y garantizar el movimiento ordenado, seguro y predecible de todos los usuarios de la vía.

Para garantizar la visibilidad de las señales y lograr la misma forma y color tanto en el día como en la noche, los dispositivos para la regulación del tránsito deben ser elaborados preferiblemente con materiales reflectivos o estar convenientemente iluminados.

La reflectividad se consigue fabricando los dispositivos con materiales adecuados que reflejen las luces de los vehículos, sin deslumbrar al conductor.

#### Uso

- ✓ La utilización de símbolos y pictogramas, así como de leyendas, letras, palabras y separaciones entre ellas, debe ajustarse a las orientaciones descritas en el Manual Centroamericano para la Regulación de los Dispositivos de Tránsito.
- ✓ La uniformidad en el diseño y en la colocación de los dispositivos para la regulación del tránsito debe mantenerse siempre.
- ✓ Los dispositivos para la regulación del tránsito, y en especial las señales verticales, no deberán ir acompañados por mensajes publicitarios, dado que le resta efectividad a la señal, convirtiéndose en distractor e incrementando el riesgo de accidentes.
- ✓ Debe tenerse cuidado de no instalar un número excesivo de señales preventivas y reglamentarias en un espacio corto, ya que esto puede ocasionar la contaminación visual y la pérdida de efectividad de las mismas.
- ✓ Se deben usar con frecuencia las señales informativas de identificación y de destino, con el fin de que los usuarios de la vía conozcan siempre su ubicación y rumbo.

## Conservación

Todas las señales que regulen el tránsito, deben permanecer en su correcta posición, limpias y legibles durante el tiempo que estén en la vía, se deben reemplazar aquéllas que por la actuación de agentes externos que las deterioren, no cumplan el objetivo para el cual fueron diseñadas e instaladas.

## 6.2 Señalización Horizontal

La señalización horizontal, corresponde a la aplicación de marcas viales, conformadas por líneas, flechas, símbolos y letras que se pintan sobre el pavimento, bordillos y estructuras de las vías de circulación o adyacentes a ellas, así como los objetos que se colocan sobre la superficie de rodadura, con el fin de regular, canalizar el tránsito o indicar la presencia de obstáculos.

Las funciones que desempeñan son muy importantes para ubicar a los conductores en sus correspondientes espacios para circular, indicar los movimientos que pueden realizarse mediante las flechas direccionales, pasos de peatones, limitaciones de espacio y se vuelve más importante en los tramos donde no es permitido adelantar a otros vehículos, como es el caso de este estudio. Para que la señalización horizontal cumpla la función para la cual se usa, se requiere que se tenga uniformidad respecto a las dimensiones, diseño, símbolos, caracteres, colores, frecuencia de uso, circunstancias en que se emplea y tipo de material usado. Las marcas viales o demarcaciones deben ser reflectivas o estar debidamente iluminadas, excepto paso peatonal tipo cebra.

### 6.2.1 Clasificación

Se clasifican en marcas longitudinales y transversales y otros tipos de dispositivos como los reductores de velocidad y las marcas viales. La siguiente tabla 6-1 presenta la clasificación, en el anexo 4.1, sección A, pág. 117, se presentan los criterios de diseño.

**Tabla 6-1: Clasificación de las señales horizontales**

<b>LÍNEAS LONGITUDINALES</b>	<b>Líneas de eje central</b>	Líneas de eje central continuas
		Líneas de eje central discontinuas
		Líneas de eje continuas dobles
		Líneas de eje central combinadas
	<b>Líneas de borde o calzada</b>	Líneas de borde o calzada continuas
		Líneas de borde o calzada discontinuas

Fuente: Manual de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito

**Tabla 6-2: Clasificación de las señales horizontales**

<b>LÍNEAS TRANSVERSALES</b>	<b>Cruce controlado por Señal CEDA EL PASO</b>		
	<b>Cruce controlado por Señal PARE</b>		
	<b>Cruce regulado por Semáforo</b>	Pasos peatonales	
	<b>Pasos para peatones</b>	Paso Cebra	
	<b>Cruce de ciclovías</b>		
	<b>Flechas</b>		Flecha recta
			Flecha de viraje
			Flecha recta y de salida
			Flecha de incorporación
	<b>Leyendas</b>		Pare
			Velocidad máxima
			Escuela
			Buses
			Estacionamiento
<b>OTROS</b>	<b>Reductores de velocidad</b>		
	<b>Marcadores viales</b>		

Fuente: Manual de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito

## 6.2.2 Características

### Color

Las demarcaciones en el pavimento deben ser de color blanco y amarillo. El color amarillo define la separación de corrientes de tránsito de sentido opuesto en caminos de doble sentido, líneas de barrera y franjas de estacionamiento prohibido. También suele usarse el color azul, verde y rojo para marcas zonas especiales. Ver anexo 4.1, sección B, pág. 120, las características de la señalización horizontal.

### Materiales

El método usual para demarcar pavimentos, es la pintura de tránsito, existen otros materiales tales como termoplásticos, concreto coloreado, incrustaciones en metal cerámica, plástico entre otros. En el anexo 4.1, sección C, pág. 121, se presenta un resumen de las especificaciones técnicas de estos materiales.

### Emplazamiento

Se deben demarcar en el centro de la superficie de rodamiento en que se aplican, con excepción de la flecha de Advertencia Inicio Línea de eje central continua, que se demarca al costado izquierdo.

## 6.3 Señalización Vertical

Las señales verticales son dispositivos instalados a nivel del camino o sobre él, destinados a transmitir un mensaje a los conductores y peatones, mediante palabras o símbolos, sobre la reglamentación de tránsito vigente, o para advertir sobre la existencia de algún peligro en la vía y su entorno, y para guiar e informar sobre rutas, nombres y ubicación de poblaciones, lugares de interés y servicios. Deberían usarse solamente donde se justifiquen según un análisis de necesidades y estudios de campo, son esenciales donde rigen normativas especiales, tanto en lugares específicos como durante períodos de tiempo determinados, o donde los peligros no sean evidentes para los usuarios.

### 6.3.1 Requisitos de las Señales Verticales

Las señales verticales deben satisfacer una necesidad importante, llamar la atención, transmitir un mensaje claro, imponer respeto a los usuarios, guiar al usuario a lo largo del camino, y convencerlo de modificar su comportamiento al volante, estar en el lugar apropiado, a fin de dar tiempo para reacción.

De acuerdo a la función que cumplen se clasifican en:

**Señales Preventivas:** Advierten al usuario de la vía la existencia de una condición peligrosa y la naturaleza de ésta, exigen precaución de parte del conductor ya sea para disminuir la velocidad o para que efectúe otras maniobras que redundan en su beneficio y en el de otros conductores y peatones. Ver anexo 4.2, sección A, pág. 124.

**Señales Reglamentarias:** Indican al usuario de la vía las limitaciones, prohibiciones y restricciones en el uso de la vía, según las leyes y reglamentos en materia de tránsito de cada país y cuya violación constituye un delito. Ver anexo 4.2, sección B, pág. 132.

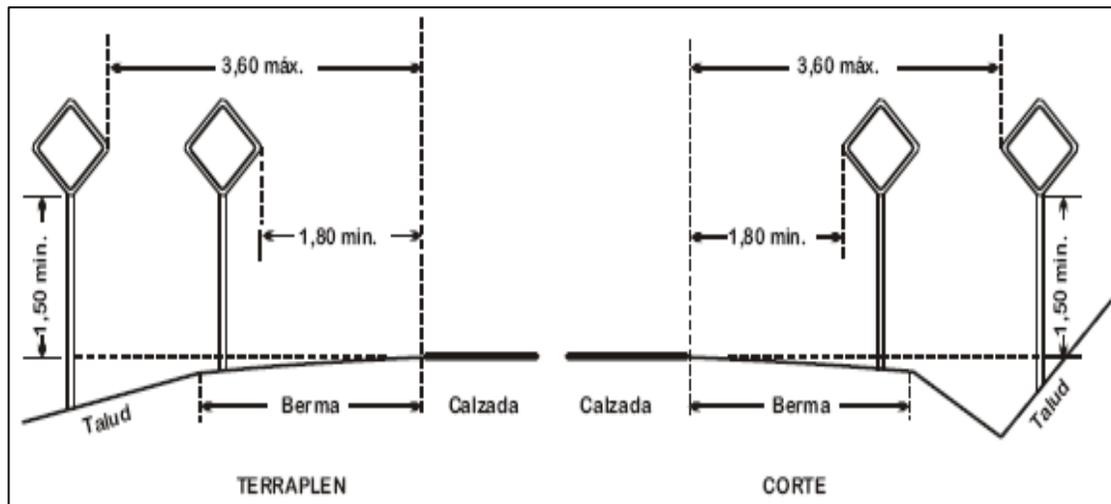
**Señales Informativas:** Orientan al usuario de la vía suministrándole la formación necesaria sobre identificación de localidades, destinos, direcciones, sitios de interés turístico geográficos, intersecciones, cruces, distancias por recorrer, prestación de servicios, etc. El empleo de las señales informativas debe efectuarse en las rutas de modo que guarden uniformidad. Ver anexo 4.2, sección C, pág. 134.

### 6.3.2 Criterios de Diseño

- **Ubicación Lateral**

Para los tres tipos de señales verticales, en zona rural, deben ser colocadas al lado derecho del camino en la dirección del tránsito en todos los casos, de modo que la orilla de la superficie de rodamiento quede a una distancia de un metro con ochenta centímetros (1.80 m.), de la proyección vertical de la arista más cercana de la señal y a un máximo de tres metros con sesenta centímetros (3.60m.) en el hombro del camino. Ver tabla 6-2.

**Ilustración 6-2: Ubicación lateral de señales verticales**



Fuente: Manual CA de Dispositivos para el control del tránsito.

- **Altura de la Señal**

La altura de la señal medida, desde el extremo inferior del tablero hasta el nivel de la superficie de rodadura no debe ser menor de 1.50m, para aquellas que se instalen en el área rural. En áreas urbanas, la altura de la señal medida desde su extremo inferior hasta la cota del borde del andén no debe ser menor de 2.1m.

- **Ángulo de Colocación de la Señal**

Los tres tipos de señales, se colocarán a noventa grados con respecto al eje central del camino.

- **Tableros de las Señales**

Los tableros de las señales verticales serán elaborados en lámina de acero galvanizado, aluminio o políéster reforzado con fibra de vidrio. En lámina de políéster reforzado con fibra de vidrio o aluminio, para vías en zonas aledañas a áreas marinas o con problemas de oxidación. En lámina de políéster reforzado con fibra de vidrio, galvanizada o aluminio, para vías cuya altura sobre el nivel

del mar sea inferior a mil metros (1000 m). En lámina galvanizada o aluminio, para vías cuya altura sobre el nivel del mar sea superior o igual a mil metros (1,000m). Ver Especificaciones Técnicas para la construcción e instalación de las señales verticales en Anexo 4.2, sección D, pág. 138.

### 6.3.3 Otros Dispositivos

#### Postes Guías de concretos

Se usan postes de concreto conocidos como **POSTES GUÍAS**, que realizan la función de los delineadores de franja P-12-4, se deben ubicar en:

- ✓ Curvas horizontales con radio menor de 300 metros.
- ✓ Tramos rectos con terraplenes que pueden ocasionar vuelcos al perder el control del vehículo.
- ✓ Próximos a alcantarillas, cajas y puentes, para advertir el peligro.

#### Poste de Kilometraje

- ✓ Se utilizan para indicar la distancia al punto de origen de la vía.
- ✓ En nuestro país se usan en un sentido de la vía, y cada poste tiene impreso el número de kilómetro en tres de las caras.
- ✓ Las especificaciones para de construcción de los poste kilometraje se aprecian en la tabla 6-3 a continuación

#### Ilustración 6-3: Especificaciones para poste kilometraje

Especificaciones para poste de kilometraje	
<b>Concreto</b>	140 kg/cm <sup>2</sup>
<b>Armadura</b>	3 varillas de 3/8" con estribos de alambre N° 8 a 0.20 metros. Longitud de 1.20 metros.
<b>Pintura</b>	En color blanco, con bandas negras de acuerdo al diseño, tres manos de pintura al óleo.
<b>Cimentación</b>	0.50 x 0.50 m de concreto ciclópeo.

Fuente: Manual de Dispositivos de Tránsito-Perú.

### 6.4 Propuesta de Señalización Horizontal

En la propuesta se consideró:

**Km 132+930:** Marca horizontal, leyenda "Escuela" por ubicación del Colegio Sagrado Corazón de Jesús (1° entrada).

**Km 132+940:** Paso peatonal tipo cebra para el cruce de los estudiantes.

**Km 133+010:** Marca horizontal palabra "Escuela" por Colegio Sagrado Corazón de Jesús (2° entrada).

**Km 133+555:** Marca horizontal, leyenda "Escuela" por primera entrada al Colegio Mantica Berrios.

- Km 133+565:** Paso peatonal tipo cebra para el cruce de los estudiantes.
- Km 133+585:** Marca horizontal “Escuela”, por segunda entrada al Colegio Mantica Berrios.
- Km 133+750:** Mar Marca parada de buses.
- Km 133+840:** Marca horizontal “Escuela” entrada a Escuela Hogar San José.
- Km 134+500:** Marcas por acceso a carretera NIC 12, remarcar las líneas de canalización del empalme, ya que éste sitio es punto de alta accidentalidad.
- Km 138+655:** Marca “Escuela” entrada a Escuela Comarca La Grecia N° 1.
- Km 140+200:** Marca parada de buses.
- Km 151+460:** Marcas de canalización por intersección Empalme El Bonete.
- Km 152+900:** Paso peatonal tipo cebra para cruce pobladores de la comunidad de Mokorón, y estudiantes de Escuela de Mokorón.
- Km 166+200:** Marca parada de buses.
- Km 171+165:** Marcas de canalización por intersección de Empalme El Marimbero, (carretera Apacunca hacia Palo Grande).
- Km 176+700:** Marca parada de buses.
- Km 178+560:** Marcas de canalización por Empalme El Bonete – Mina El Limón.
- Km 181+750:** Marca parada de buses.
- Km 184+500:** Marca parada de buses.
- Km 186+000:** Marcas de canalización por Carretera NIC 49, El Sauce-León.
- Km 188+520:** Marcas de canalización por Empalme Cayanlipe.
- Km 188+900:** Marcas de canalización por Intersección de dos ramales, tipo T, Empalme Villa Nueva.

Las líneas centrales, continuas e intermitentes así como las líneas laterales horizontales que se deben marcar en el tramo, se reflejan en la tabla 6.4, a continuación

**Tabla 6-4: Propuesta de Señalización horizontal, marcas a pintar**

Estación		Línea Central (m)		Línea Lateral (m)	
Desde	Hasta	Continua	Intermitente	Derecha	Izquierda
133+000	134+780	1,780			
134+600	134+780			180	
134+780	136+750		1,970		
136+750	136+842				92
136+750	137+273	553			
137+134	137+273			136	
137+273	137+600		327		
137+600	138+100	500			
137+600	137+700				100
138+000	138+100			100	

Estación		Línea Central (m)		Línea Lateral (m)	
Desde	Hasta	Continua	Intermitente	Derecha	Izquierda
138+100	139+660		1,560		
139+660	140+320	660			
139+660	139+800				140
140+220	140+320			100	
140+320	140+520		200		
140+520	141+065	545			
140+520	140+600				80
140+868	141+065			197	
141+065	142+100		1,035		
142+100	142+750		650		
142+750	143+630		880		
143+630	144+220	590			
143+630	143+750				120
144+038	144+220			182	
144+220	144+550		330		
144+550	145+150	600			
144+550	144+700				150
145+050	145+150			100	
145+150	145+200		50		
145+200	145+800	600			
145+200	145+300				100
145+650	145+800			150	
145+800	146+150		350		
146+150	146+800	650			
146+800	147+400		600		
147+400	147+820	420			
147+400	147+500				100
147+700	147+800			100	
147+800	148+530		730		
148+530	149+139	609			
148+530	148+730				200
148+977	149+086			109	
149+094	149+139			45	
149+139	149+520		381		
149+520	151+900	2,380			
149+520	149+650				130
151+700	151+900			200	
151+900	154+067		2,167		

Estación		Línea Central (m)		Línea Lateral (m)	
Desde	Hasta	Continua	Intermitente	Derecha	Izquierda
154+067	156+760	2,693			
154+067	154+320				253
155+850	156+100			250	
156+100	156+420				320
156+480	156+760			280	
156+760	157+280		520		
157+280	158+500	1,220			
157+280	157+540				260
158+150	158+500			350	
158+500	162+120		3,620		
162+120	163+600	1,480			
162+120	162+220				100
163+250	163+600			350	
163+600	165+290		1,690		
165+290	165+520				230
165+290	169+700	4,410			
169+650	169+700			50	
169+700	170+100		400		
170+100	171+750	1,650			
170+100	170+380				280
171+450	171+750			300	
171+750	172+180		430		
172+180	173+250	1,070			
172+180	172+400				220
173+215	173+250			35	
173+250	175+008		1,748		
175+008	175+200				192
175+008	178+950	3,942			
178+700	178+950			250	
178+950	179+050		100		
179+050	180+050	1,000			
179+050	179+300				250
179+800	180+050			250	
180+050	181+450		1,400		
181+450	182+200	750			
181+450	181+700				250
181+950	182+200			250	
182+200	182+300		100		

Estación		Línea Central (m)		Línea Lateral (m)	
Desde	Hasta	Continua	Intermitente	Derecha	Izquierda
182+300	183+250	950			
182+300	182+400				100
182+650	182+850				200
183+000	183+250			250	
183+250	183+900		650		
183+900	184+500	600			
183+900	184+000				100
184+250	184+500			250	
184+500	184+750		250		
184+750	185+200	450			
184+750	185+000				250
185+000	185+200			200	
185+200	185+500		300		
185+500	187+137	1,637			
185+500	185+750				250
<b>Sub Totales</b>		<b>31,739</b>	<b>22,438</b>	<b>4,664</b>	<b>4,467</b>
<b>Totales</b>		<b>54,177</b>		<b>9,131</b>	
<b>Gran Total</b>		<b>63,308 metros</b>			

Fuente: Elaboración propia.

## 6.5 Propuesta de Señalización Vertical

**Km 131+400:** Restaurar señal preventiva, **P-9-1**, en la banda izquierda, que actualmente se encuentra en estado regular.

**Km 131+400:** Instalar señal reglamentaria, **R-2-9**, Velocidad Restringida adelante, por entrar a zona urbana.

**Km 132+000:** Instalar señal reglamentaria **R-2-1**, que indica Velocidad Máxima de 40 km/h, por iniciar la zona urbana.

**Km 132+200:** Reponer señal **ID-2-1**, que identifica al Puente La Mora.

**Km 132+300:** Este sitio se clasificó como punto crítico en ocurrencia de accidentes, en la banda derecha se encuentra la entrada al Reparto Monserrat, uno de los repartos habitacionales de la ciudad de Chinandega, que amerita una señalización especial para proteger la vida de las personas que ahí habitan, según el Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito en la Página 2.44<sup>4</sup>, en las zonas habitacionales debe regir una velocidad

<sup>4</sup> Página 2.44 segundo párrafo cita: Situaciones especiales en áreas que abarcan varias calles, que ameritan señalamiento y dispositivos específicos para garantizar una reducción efectiva de la velocidad a límites máximos aún más bajos que los normales del área urbana: La Zona Residencial y la Zona Escolar.

máxima de 30 km/h, se propone colocar la señal preventiva **P-9-7** con el ensamble **P-9-8 (ZONA RESIDENCIAL)**

**Km 132+655:** En la banda izquierda hay acceso al centro de Chinandega, instalar ensamble informativo **ID-2-1**, indicando al centro urbano de Chinandega.

**Km 132+675:** Reponer señal informativa, **IR-6-2**, en la banda derecha, que informa la localización de la Reserva Natural San Cristóbal.

**Km 132+775:** En la banda izquierda hay acceso al centro de Chinandega, instalar ensamble informativo **ID-2-1**, indicando al centro urbano de Chinandega, y señal informativa **IS-2-1**, ensamble de Hotel, que indique a los usuarios de la vía donde encontrar alojamiento.

**Km 132+850:** Adaptar la simbología de la señal salida de camiones. **P-10-6.**

**Km 133+900:** Instalar señal Curva a la izquierda. **P-1-2**

**Km 134+450:** Reparar señal informativa de destino **ID-2-4**, (indicando Guasaule, Carretera El Viejo).

**Km 134+500:** Instalar señal restrictiva **R-1-1**, (ALTO), en la banda derecha saliendo de la carretera hacia centro de Chinandega.

**Km 134+500:** Instalar señal restrictiva **R-1-2**, (Ceda el paso), incorporándose a la carretera.

**Km 135+240:** Instalar señal **P-9-1**, por presencia de Peatones, por Iglesia y Reparto Estela, en ambas bandas.

**Km 135+500:** Instalar señal **P-1-2**, de curva a la izquierda.

**Km 136+180:** Se encuentra un taller de mecánica en las proximidades de la vía; Instalar señal informativa **IS-1-6** con su placa de texto complementaria, para informar al conductor de la ubicación del Taller Mecánica, instalar en ambas bandas.

**Km 138+635:** Instalar señales **E-1-1** y **E-3-3**, advirtiendo la presencia de escolares.

**Km 138+650:** Instalar señal preventiva **P-10-1**, (Semoviente en la vía), que es una de las causa de los accidentes en esta estación.

**Km 138+700:** Presencia de peatones, por las comunidades La Grecia N° 1 y N°2. Instalar señal preventiva **P-9-1** en ambas bandas.

**Km 141+860:** Presencia de Peatones, por Iglesia Pentecostal, instalar señal preventiva **P-9-1** en ambas bandas.

**Km Km 142+000:** Instalar señal de prevención **P-10-5** para advertir a los conductores la proximidad a un tramo de carretera donde es frecuente el ingreso de maquinaria agrícola.

**Km 142+200:** Instalar señal **R-2-7**, de restricción de Velocidad Máxima y Velocidad Mínima.

**Km 142+500:** Instalar señal **P-10-5** con el ensamble acceso a fincas, por encontrarse fincas, y huertas, a orillas de la carretera.

**Km 142+900:** Instalar señal preventiva **P-10-1**, de cruce de ganado, por el acceso a la finca San Pedro y constante circulación de semovientes por la vía.

**Km 142+550:** Instalar señal **R-2-7**, de restricción de Velocidad Máxima y Velocidad Mínima.

**Km 143+750:** Instalar señal preventiva **P-10-1**, de cruce de ganado.

**Km 144+115:** Instalar señal **P-10-1**, de cruce de ganado, por el acceso a finca San Rafael.

**Km 144+960:** Instalar señal **P-10-1**, en la banda izquierda está la entrada a Finca San Cristóbal con alta presencia de ganado.

**Km 146+800:** Instalar señal **P-7-34**, con ensamble Despacio, por el inicio de la comarca La Joya – Los Ángeles, en la banda derecha.

**Km 148+180:** Instalar señal **E-1-1** y **E-1-2**, de Escolares presentes a 100 metros por Escuela La Joya.

**Km 148+280:** Instalar señal **E-1-1** y **E-1-3** por Escuela La Joya, para el cruce de los estudiantes.

**Km 148+510:** Instalar señal **P-10-1**, por cruce de ganado en la banda izquierda, que está una entrada a finca.

**Km 151+100:** Instalar señales **E-3-1**, **R-2-1** y **E-3-2**, para asegurar el paso de los escolares de la Escuela Ranchería. (Ensamble Escuela, restricción de velocidad, ensamble con escolares presentes).

**Km 151+150:** Instalar señal **ID-3-3** con ensamble de Poblado Próximo, por la Comunidad Ranchería.

**Km 152+450:** Instalar señal **P-1-2**, curva a la izquierda.

**Km 152+900:** Instalar señal **E-1-1** y **E-1-3**, por escolares presentes en Escuela de Mokorón.

**Km 155+620:** Instalar señal **P-7-34** con ensamble Despacio, por la entrada a la Comunidad Yerama en la banda derecha.

**Km 156+085:** Instalar señal informativa, **ID-3-3** con ensamble de Poblado Próximo, por entrada a Comunidad La Laguna.

**Km 157+940:** Instalar señal **P-9-1**, de peatones en la vía, por encontrarse cementerio sobre la vía.

**Km 158+250:** Instalar señal **P-1-2**, curva a la izquierda.

**Km 158+815:** Instalar señal **P-9-1**, de peatones en la vía y señal Disminuya la Velocidad por Comarca La Polvosona.

**Km 158+920:** Instalar señal **P-7-35**, Despacio, por Caserío San José del Obraje.

**Km 159+400:** Instalar señal **E-1-1** y **E-1-3**, por escolares presentes en Escuela El Ojochal de Caserío San José del Obraje.

**Km 159+500:** Restaurar señal informativa en la banda derecha, **IR-6-2**.

**Km 159+000:** Instalar señal **P-9-1**, de peatones presentes, por Iglesia católica.

**Km 163+250:** Instalar señal preventiva **P-10-5**, por el frecuente paso de maquinaria, a los silos y graneros que ahí se encuentran.

**Km 163+470:** Instalar señal informativa, **ID-3-3** con ensamble de Poblado Próximo, por Reparto Buenos Aires.

**Km 164+210:** Instalar señal informativa, **ID-3-3** con ensamble de Poblado Próximo, por comarca Santa Cruz.

**Km 164+210:** Instalar señal **R-2-7**, de restricciones de Velocidad Máxima y Mínima.

**Km 174+000:** Instalar señal preventiva **P-10-1**, de cruce de ganado, banda izquierda.

**Km 176+640:** Instalar señal **R-2-7**, de restricción de Velocidad Máxima y Velocidad Mínima.

**Km 179+955:** Instalar señal informativa, **ID-3-3** con ensamble de Poblado Próximo, por Caserío Las Pozas.

**Km 180+600:** Instalar señal preventiva **P-10-1**, de cruce de ganado, banda derecha.

**Km 181+400:** Instalar señal **R-2-7**, de restricción de Velocidad Máxima y Velocidad Mínima.

**Km 181+900:** Instalar señal preventiva **P-10-1**, de cruce de ganado, banda izquierda.

**Km 182+600:** Instalar señal **R-2-7**, de restricción de Velocidad Máxima y Velocidad Mínima.

**Km 183+450:** Instalar señal **P-9-1**, por entrada a escuela y caserío El Platanal.

**Km 184+100:** Instalar señal **R-2-7**, de restricción de Velocidad Máxima y Velocidad Mínima.

**Km 186+700:** Instalar señal **R-2-7**, de restricción de Velocidad Máxima y Velocidad Mínima.

**Km 188+520:** Instalar señal informativa **ID-3-2**, para indicar el acceso a Cayanlipe.

**Km 188+600:** Instalar señal reglamentaria **R-12-5**, para indicar el peso máximo permitido por vehículo.

**Km 189+650:** Reponer señal informativa en banda izquierda, código **IR-6-1**.

Para mejor presentación de la propuesta, ver Anexo 5, en página 157, los planos de la vía.

### **Postes guías y defensas metálicas**

Se propone ubicar ocho (8) postes guías en cada alcantarilla, cuatro a cada lado, también se plantea la ubicación de defensas metálicas, según la siguiente tabla 6-5

**Tabla 6-5: Ubicación de Postes Guías y Defensa Metálica en drenaje menor**

ESTACIÓN	Estructura	Izquierdo	Derecho	Observaciones
138+000	Alcantarilla TMC 24" La Grecia	4	4	
140+060	Alcantarilla TMC 24" La Grecia N°3	4	2	Reposición de 2 postes guías al lado derecho
140+360	Alcantarilla El Caimito	2	2	Completar los cuatro postes guías a cado lado
141+730	Alcantarilla Bella Catalina	4	4	
142+360	Alcantarilla San Pedro	2	4	Reposición de 2 postes guías al lado izquierdo
143+590	Alcantarilla Las Cocinas N° 2	4	4	
143+950	Caja San Rafael	4	4	
144+500	Caja San Cristóbal N° 1	1	2	Completar los cuatro postes guías a cado lado
146+220	Alcantarilla El Chonco	2	3	Completar los cuatro postes guías a cado lado
146+920	Alcantarilla Cuesta El Chonco	4	4	Defensa Metálica
147+820	Alcantarilla El Tempisque	4	4	
149+770	Alcantarilla El Piloto	1	4	Reposición de 3 postes guías, lado izquierdo
151+840	Alcantarilla Buena Esperanza	4	4	
153+260	Alcantarilla La Bloquera	4	4	
155+130	Alcantarilla Yerama N° 1	1	2	Completar los cuatro postes guías a cado lado
155+430	Alcantarilla Yerama N° 2	1	2	Completar los cuatro postes guías a cado lado
157+260	Alcantarilla Entrada a Laguna	4	4	
158+860	Alcantarilla San José N° 1	4	4	
160+030	Alcantarilla Obraje N° 1	2	4	Reposición de 2 postes guías al lado izquierdo
161+000	Alcantarilla La Pistola	4	4	
162+000	Alcantarilla Buenos Aires N°1	4	4	
162+430	Alcantarilla Buenos Aires N°2	4	4	

ESTACIÓN	Estructura	Izquierdo	Derecho	Observaciones
163+340	Alcantarilla Santa Luisa	4	4	
167+940	Alcantarilla Cebadero N° 1	4	4	Completar los cuatro postes guías a cada lado
168+130	Alcantarilla Cebadero N° 2	4	4	
168+200	Alcantarilla Cebadero N° 3	4	4	
171+890	Alcantarilla Matapalo N° 1	4	4	
171+930	Alcantarilla Matapalo N° 2	4	4	

Fuente: Elaboración propia

Para la señalización de las estructuras que funcionan como drenaje mayor (puentes), se deben colocar postes guías de concreto P-12-4<sup>a</sup> y Delineador de franjas, además de la señal que indique el nombre del puente, según la siguiente tabla 6.6.

**Tabla 6-6: Propuesta de señalización vertical y recomendaciones en drenaje mayor**

Nombre del puente	Estado actual	Propuesta de señalización y Recomendaciones
<b>Puente El Guarumo</b>	La calzada se encuentra fisurada en un 30% de su totalidad, con fisuras que oscilan entre 2 y 5 mm de espesor.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pintar estructura metálica de baranda</li> <li>▪ Limpieza de vegetación.</li> <li>▪ Señalización: Reposición de señal vertical: Reponer 2 rótulos con nombre del puente, 4 postes guías y 6 delineadores.</li> </ul>
<b>Puente El Hogar (La Mora)</b>	Vegetación de gran tamaño en el cauce. Falta señalización	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Limpieza de vegetación del cauce.</li> <li>▪ Reposición de 1 rótulo nombre del puente, 10 postes guías y 10 delineadores.</li> </ul>
<b>Puente San Ramón</b>	Falta señalización	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Reposición de 2 rótulos, 12 postes guías y 8 delineadores.</li> </ul>
<b>Puente San Cristóbal</b>	Falta señalización	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Reposición de 1 rótulo, 8 postes guías y 2 delineadores.</li> </ul>

<b>Puente El Obraje</b>	Hay una estructura secundaria que es una alcantarilla de 2 tubos de 1.9 de diámetro. Falta señalización.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Reposición de 2 rótulos, 12 postes guías y 9 delineadores.</li> </ul>
<b>Puente Estero Real</b>	Señalización en mal estado	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Proteger con enlucido grueso de mortero las pilas de acero que están en contacto con el agua la mayor parte del tiempo.</li> <li>▪ Reposición de rótulos con nombre del puente.</li> </ul>
<b>Puente El Marimbero</b>	Señalización en mal estado	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Reposición de rótulos con nombre del puente y delineadores.</li> </ul>
<b>Puente La Venada</b>	Desperfectos en acera y Falta señalización	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Reconstrucción de acera o bordillo.</li> <li>▪ Reposición de 2 rótulos, 9 delineadores y 12 postes guías.</li> </ul>
<b>Puente La Chepa</b>	Desperfectos leves en acera. Señalización en buen estado	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Repello de acera.</li> </ul>
<b>Puente Chocolatero</b>	Desgaste de pintura en baranda de concreto. Falta de señalización	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pintar baranda de concreto</li> <li>▪ Reposición de conjunto de señales.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

## CONCLUSIONES

### **Inventario vial**

A la fecha del estudio del inventario vial, un 57.3% de la vía se encontró en buenas condiciones y un 42.7% mostró un alto grado de deterioro, con cuantiosos baches y localizaciones con desgaste de los hombros.

La zona de la cuenca del Río Estero Real, (Km 165 al Km 170), presenta alta vulnerabilidad a inundaciones y alto grado de sedimentación.

Los anchos de calzada y derechos de vía cumplen con las especificaciones de la Norma NIC 2000. En la zona urbana (Km 132, entrada a Chinandega) se identificaron derechos de vías invadidos por comercios y vendedores ambulantes, que circulan bajo ninguna supervisión, además de rótulos comerciales sin control que perjudican la circulación de la vía.

En toda la distancia del estudio se localizan 10 estructuras de drenaje mayor y 35 sistemas que funcionan como drenaje menor, encontrando vegetación en las pilas, que obstruye el paso del agua, desperfectos y fisuras leves en la calzada y falta de señalización.

En cuanto a señales verticales, el inventario refleja la existencia de 183 señales verticales, de las cuales un 68% se califican en Buen Estado, refiriéndose a excelente condición física de la señal, con reflectividad y ajustado a las Normas, un 17% clasificadas como Regular, que son las señales con el tablero o soporte en mal estado, pero que aún se lee y entiende la leyenda y finalmente un 15% en Mal estado y obstaculizada, correspondiente a las señales donde la leyenda no es legible, los soportes o tablero están en mal estado y no se ajustan a las Normas, así como las que están obstruidas por vegetación o publicidad.

En cuanto a señales horizontales, el inventario refleja un total de 56,780 metros de marcas horizontales, entre líneas continuas y discontinuas, un 5.25% corresponden a marcas con pintura desgastada y sin reflectividad, un 61.54% a regular o borrosa (que por las noches no tienen reflectividad) y un 33.21% a marcas en buena condición.

Se encontraron tramos que no están señalizados correctamente, o no tienen señal alguna, el diseño propuesto se muestra en el Capítulo 6 de este estudio.

Se identificó que en nuestras carreteras troncales principales, no se utiliza la señal de kilometraje con rutas, a diferencia de los demás países de la región,

este tipo de señal es muy importante para la localización de rutas con las nuevas tecnologías que hoy en día se usan.

Se identificó la zona urbana, en la entrada a Chinandega, como un sitio de alta peligrosidad, por la concentración de población (colegiales, comerciantes), ausencia de andenes peatonales, combinado con la imprudencia de vehículos que aventajan irrespetando las señales existentes.

Los trabajos de inventario vial que realiza la oficina de Planificación requieren de cuantiosos recursos económicos y humanos no optimizados.

### **Condiciones del Tránsito**

El volumen de circulación de vehículos pesados de esta vía, ocupa el más alto porcentaje a nivel nacional, según los aforos de tráfico del MTI. Los trabajos de clasificación vehicular que efectúa el MTI, mediante los equipos clasificadores o contadores manuales son una práctica ya obsoleta en muchos países.

Según el conteo de tráfico por elaboración propia, el máximo volumen horario se presentó un día jueves, en el horario matutino de 8 a 9 a.m. Las proyecciones del tráfico promedio anual muestran que para el año 2016, el TPDA será aproximadamente de 5,721 vehículos por hora para el tramo en estudio. Los resultados de la capacidad de servicio de la vía, reflejan que la carretera está operando con un Demanda Máxima Horaria de 567vph, la Capacidad Máxima del Tramo es de 973 vph, por lo que el tramo está operando a un 60% de su Capacidad, clasificándose en un Nivel de Servicio B, el cual está dentro del rango de flujo estable, pero para los futuros años, la capacidad de la vía se ve comprometida.

Los resultados del estudio de velocidad reflejan una velocidad promedio de 76.3 kph, en zona rural, encontrándose dentro del rango permitido para este tipo de carreteras en zona rural. (80 kph). El estudio de velocidad puntual, realizado en dos puntos claves, (zonas escolar urbana y zona escolar rural), se identificó que el mayor porcentaje de vehículos que sobrepasan los límites de velocidad máxima, corresponde a los vehículos pesados.

### **Análisis de Accidentalidad**

Las estadísticas de tránsito para el tramo de estudio, muestran que en el período del año 2008 al año 2010 se han registrado aproximadamente 274 accidentes de tránsito, los cuales han tenido un saldo de 96 heridos, 25 muertos y cuantiosas cifras en daños materiales. Según los datos de tránsito, las principales causas de

accidentes se debieron a la presencia de semoviente en la vía y a no guardar distancia, las camionetas ocupan el primer lugar en porcentaje de accidentes por tipo de vehículo y los tipos de accidentes más frecuentes fueron los debidos a colisión. El mes en que más accidentes se contabilizaron del año 2010, fue el mes de agosto, en fin de semana, en horario matutino, de 8 a 9 am.

Los puntos críticos localizados donde es más frecuente la ocurrencia de accidentes corresponden al Km 132+300 (Entrada a reparto Monserrat), km 134+500 (Empalme Carretera El Viejo), km 138+650 (Comarca La Grecia) y km 174+00 (Poblado Villa 15 de Julio), siendo el tramo trayecto más peligroso del km 134 al 154.

El índice de accidentalidad calculado es de 15 accidentes por cada 100,000 habitantes en el año 2010, considerando la línea de crecimiento de los accidentes de tránsito con tendencia exponencial, se proyecta para el año 2016 un aproximado de 195 accidentes en este tramo de carretera.

### **Seguridad Vial**

El problema de la accidentalidad en este estudio está atribuido directamente al factor humano, en el capítulo del estudio de seguridad vial, se hace énfasis en el análisis de las siguientes debilidades:

- Insuficientes campañas de educación vial a conductores y peatones en los diferentes niveles de la sociedad.
- Falta de resguardo a la seguridad de los escolares.
- Falta de programas de mejora de infraestructura vial, que contemple la construcción de andenes peatonales en las zonas urbanas.
- La Policía de Tránsito Nacional es demasiado flexible en la inspección técnica mecánica y emisión de gases de los vehículos.
- Falta de agentes capacitados en el tema de seguridad vial y promotores de campañas de educación vial.
- Deshonestidad por parte de algunos agentes al momento de realizar multas de tránsito.
- Carencia de presupuesto en la Dirección de Tránsito Nacional, que incide en la capacidad de cobertura, en personal capacitado en el tema de seguridad vial, mobiliario y equipos.
- Esporádicas visitas de campo y poca vigilancia por parte de las Autoridades encargadas de la conservación y mantenimiento vial.
- Falta de respeto y severidad en el cumplimiento de la Ley de Régimen de Circulación Vehicular e Infracciones de Tránsito (Ley 431).

### **Señalización Vial**

Dentro de las señales horizontales, se proponen marcas horizontales con la leyenda “Escuela” y pasos peatonales para el resguardo del paso de los estudiantes, líneas de canalización de empalmes, así como líneas centrales, laterales, continuas e intermitentes. Se proponen señales verticales reglamentarias, como límites máximos de velocidad, que restrinja a los conductores a no exceder la velocidad establecida, señales verticales informativas de centro urbano, residencia, hotel, taller de mecánica, entre otras y finalmente señales verticales preventivas, alertando de la presencia de peatones, escolares presentes o animales en la vía, entre otras. De la misma manera se consideró en la propuesta de señalización la instalación de postes guías, delineadores y defensas metálicas en los sitios que ameritan, para evitar vuelcos o salidas de la vía.

También se consideró, para la propuesta de señalización, la reflectividad, como un factor muy importante para verificar la calidad de las señales, se encontró que en ciertos tramos, por la noche la reflectividad es de baja intensidad y esto tiene implicación directa en la seguridad de los usuarios que transitan en esos horarios.

En general, en las vías nacionales se presentan una serie de incidencias muy comunes, que son indispensable señalar, como la debilidad en herramientas de ordenamiento territorial, donde no se incorpora la perspectiva del paisaje urbano en nuestras carreteras, hay una gran falta de conciencia ambiental y abuso de bocinas por parte de los conductores vehiculares.

Como política general, se debe contar con programas específicos para mejorar la seguridad vial y con el suficiente presupuesto para poder llevarlos a cabo, ya que generalmente los presupuestos asignados a estos programas son bajos.

## RECOMENDACIONES

Sustituir e instalar las 56 señales verticales y aproximadamente los 63.3 kilómetros de marcas horizontales propuestas. (Ver capítulo 6 de este estudio.)

Las instituciones responsables (MTI y FOMAV), deben dar un mantenimiento permanente de la vía, verificando la reposición de señales destruidas y la correcta instalación de las nuevas señales, de igual manera se deben realizar permanentemente las actividades de tratamiento superficial y profundo, sellos mecanizados, limpieza de derrumbes, limpieza y reparación de los sistemas de drenaje, limpiezas del derecho de vía, limpieza de vegetación y reposición de material selecto.

El MTI amparado en el Decreto 46, Ley del Derecho de Vía y como fiscalizador de la infraestructura vial nacional debe ser más severo no permitir la invasión a los derechos de vía, ya que genera desorden e incide en la ocurrencia de accidentes.

Sobre el caudal hídrico proveniente de los municipios de El Sauce, Achuapa y Santa Rosa del Peñón, que se acumula en la zona llana de la cuenca del Estero real, se debe dar una solución como proyecto de nación, por el tráfico internacional que se paraliza cuando hay inundaciones, tomando en cuenta que cada año se invierten cuantiosos recursos en reparar la carretera. Se debe diseñar un plan de obras, darle seguimiento a la Comisión multidisciplinaria que estudia el caso, diseñar un plan para obras que abarque muros de contención y combinarlos con ampliaciones en cauces que conduzcan el agua de manera controlada, así mismo tener presente el uso del suelo de la zona. Se debe integrar a las Universidades y hacer estudios profesionales para encontrar la mejor solución.

La Policía Nacional debe mantener una constante vigilancia a los puntos críticos de accidentalidad, instalar garita de seguridad policial en la estación 134+500, en el Empalme carretera El Viejo.

En general, a nivel nacional, se deben realizar más estudios profesionales sobre las causas de los accidentes, identificando si existe alguna relación con las características de la vía, los elementos de riesgo y posibles defectos de la carretera, las condiciones atmosféricas existentes en el momento del accidente, el trazado (comprobación de los radios y parámetros mínimos acordes con la velocidad de proyecto).

Realizar estudios de impacto sobre la seguridad de los nuevos proyectos viales y mejorar los niveles de seguridad en las carreteras y crear amplios programas para mejorar la señalización vial y la seguridad activa de vehículos, por medio de mejores marcas de pavimento y delineación para optimizar la seguridad vial, prestando atención especial a zonas pobladas y escuelas para crear un ambiente más seguro para los usuarios vulnerables de las carreteras.

Se deben incluir en las Normas viales nacionales, la perspectiva de conciencia ambiental y paisaje urbano, así como las pautas globales de la OMS contra el ruido generado las bocinas y elaborar guías técnicas nacionales referidas a la gestión de la seguridad en zonas urbanas y rurales y técnicas de moderación de la velocidad.

Perfeccionar nuestras prácticas de ubicación de postes kilometraje, que sólo se instalan en una banda de la carretera, (en la derecha) manuales de otros países, como Chile y Colombia, colocan los postes kilometraje a intervalos de 1 a 5 kilómetros, considerando a la derecha los números pares y a la izquierda los impares, instalándose a una distancia del borde de la superficie de un metro y medio (1.5 metros), debiendo quedar resguardado de impactos que puedan efectuar los vehículos, esto es importante para que los conductores tengan una mayor campo de visión de los postes kilometrajes.

Utilizar la señal de kilometraje con la leyenda de ruta o clasificación de carretera, para facilitar la orientación, ubicación y localización con las nuevas herramientas tecnológicas que incluyen GPS.

El Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI) y Policía Nacional deberán ser más estrictos en el control de los vehículos de carga, instalando básculas móviles para verificar que no sobrepasen en peso, y no perjudiquen el diseño del pavimento.

Los vehículos de transporte público deben ser controlados por el exceso de velocidad con el que circulan, por las violaciones a las restricciones de no adelantar, detenerse en lugares no indicados, sobrepasar la capacidad de pasajeros y por no contar con la señalización correcta de sus unidades.

Se deben realizar inspecciones rutinarias de los elementos de regulación del tránsito y cumplimiento de las normas viales, de igual manera aumentar el nivel de educación, de control y de supervisión de los conductores y los peatones.

Instalar tachuelones, como reductores de velocidad en las señalizaciones de escuelas.

Poner fuera de circulación los vehículos que ya cumplieron con su vida útil; mejorar la gestión en cuanto a monitoreo de vehículos en mal estado técnico-mecánico y controlar corrupción en centros de revisión, de igual manera ser más estrictos en el control de cumplimiento en emisión de gases.

Brindar tratamiento superficial al acceso de Cayanlipe, en el km 188+520, ya que genera destrucción de la pintura, debido a la sedimentación que arrastran los vehículos con sus llantas.

Como recomendación general, luego de realizar trabajos temporales, se debe remover y limpiar totalmente todo material sobrante.

Modernizar y optimizar los recursos y sistemas que utiliza el MTI para el inventario de las vías, se propone mejorar el sistema, creación de software para inventariar, de igual manera modernizar los trabajos de clasificación vehicular con las nuevas tecnologías de contadores clasificadores basados en espiras para la medición de flujos vehiculares.

Las medidas de seguridad vial recomendadas para reducir la frecuencia y severidad de los accidentes, se resumen en:

- Impulsar constantes campañas de educación vial a conductores y peatones en todos los ámbitos y en diferentes niveles.
- Impulsar la mejora del plan de seguridad vial en los accesos a los centros de enseñanza, para la resguardar la seguridad de los escolares.
- Promover iniciativas de programas de mejora de infraestructura vial, que mejore la protección de los usuarios vulnerables (peatones, ciclistas y motociclistas), particularmente en áreas suburbanas, y construcción de andenes peatonales.
- La Policía de Tránsito Nacional debe ser más rigurosa en la obligación de la inspección técnica mecánica y emisión de gases de los vehículos y fomentar la renovación de los vehículos de transporte colectivos, así como la instalación de los cinturones de seguridad.
- Promover la incorporación de agentes de tránsito a la Policía Nacional de Tránsito y solicitar un incremento del presupuesto de ésta institución para asignar recursos para mobiliario, equipos, capacitaciones y aumento salarial a los agentes.

## BIBLIOGRAFÍA

- Secretaría de la Integración Económica Centroamericana; Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito; Año 2000.
- Secretaría de la Integración Económica Centroamericana; Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito. Anexo del Acuerdo Centroamericano sobre señales uniformes; Año 2000.
- Policía de Tránsito Nacional; Dirección de Seguridad de Tránsito; Estadísticas de Accidentes de Tránsito. Años 2005, 2006, 2007, 2008, 2009 y 2010.
- Carvajal Abarca Freddy. Secretaría de la Integración Económica Centroamericana. Manual Centroamericano de Seguridad Vial; Año 2008.
- Banco Central de Nicaragua. Índices de Precios al Consumidor; Año 2010.
- Cal y Major R. Rafael y Cárdenas G. James; "Ingeniería de Tránsito, Fundamentos y Aplicaciones; Cal y Mayor Asociados, Universidad del Valle, Editorial Alfaomega, 7ª Edición, México D.F.; 1994.
- Crespo Villalaz Carlos; Vías Terrestres y Aeropistas; Monterrey N.L.; México 1995.
- HCM Special Report N° 209 de 1998 de TRB; Manual de Capacidad de Vía; Capítulo N° 7 "Carretera Multicarriles Rurales y Suburbanas" y N° 8 "Carreteras de dos Carriles".
- World Road Statistics 1988-1992, International Road Federation (IRF); Ginebra, Suiza; 1993.
- Análisis de Datos Viales 2006, Secretaría de Comunicaciones y Transportes; México, D.F.; 2006.
- Rico, A, Mendoza, Mayaral, E. Durán, G; Análisis Económico del Comportamiento de Secciones Estructurales de Carreteras en Diversas

Circunstancias; Instituto Mexicano del Transporte; Publicación Técnica N° 61; Querétaro, México; 1995.

- Metodología simplificada para la evaluación de instalaciones peatonales en zonas escolares urbanas, Tesis para obtención de grado de Maestro en Ingeniería, Universidad de Puerto Rico autor; Ing. María Fernanda Alegría Velasco, año 2008.
- Fondo de Mantenimiento Vial; Mantenimiento a carreteras; Año 2011.
- Ministerio de Transporte e Infraestructura; Dirección General de Planificación; Anuarios de Tráfico. (Años 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011).
- Ministerio de Transporte e Infraestructura, Dirección General de Planificación; Estudio del Plan Nacional de Transporte de Nicaragua; Año 2001.
- Ministerio de Educación; Manual de Normas y Procedimientos- Unidad de Transporte. (Año 2008).
- Br. Nimia Calderón, Br. Escarleth Montenegro. Monografía Estudio de la Accidentalidad de la carretera Managua - Masaya; Año 2009.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Perú; Informe Final del Plan Intermodal de Transporte; Año 2005.
- Internet; página web ingertools, [www.ingertools.com](http://www.ingertools.com) Bolivia.
- Internet; Wikipedia; La Prensa; El Nuevo Diario.

# ANEXOS

# ANEXO 1

## Anexo 1.1 Inventario fotográfico de puentes



Ilustración A-1-1: Puente La Mora, El Hogar

**Puente El Guarumo**

**Ubicación: 132+890**



**Ilustración A-1-2: Puente El Guarumo**

**Puente San Ramón, Las Cocinas**

**Ubicación: 143+410**



**Ilustración A-1-3: Puente San Ramón, Las Cocinas**

**Puente San Cristóbal**

**Ubicación: 145+370**



**Ilustración A-1-4: Puente San Cristóbal**

**Puente El Obraje**

**Ubicación: 160+550**



**Ilustración A-1-5: Puente El Obraje**

**Puente Estero Real**

**Ubicación: 168+410**



**Ilustración A-1-6: Puente Estero Real**

**Puente El Marimbero**

**Ubicación: 170+980**



**Ilustración A-1-7: PUENTE EL MARIMBERO**

**Puente La Venada**

**Ubicación: 174+560**



**Ilustración A-1-8: PUENTE LA VENADA**



**Puente La Chepa**  
**Ubicación: 177+410**



**Ilustración A-1-9: PUENTE LA CHEPA**

**Puente Chocolatero**  
**Ubicación: 183+950**



**Ilustración A-1-10: PUENTE CHOCOLATERO**

## Anexo 1.2: Inventario de Señales Verticales Existentes

Simbología:  Buen Estado  Mal Estado  Regular Estado

ESTACIÓN	CÓDIGO	IZQUIERDO	DERECHO	ESTADO	TIPO	OBSERVAC.
131+000		PKM 131				
131+050	P-9-1		PEATONES EN LA VÍA	!	Preventiva	
131+200	R-2-1	30 KPH; VELOCIDAD MAX		✓	Reglamentaria	
131+300	E-1-1		DESPACIO COLEGIO	✓	Preventiva	
131+400	P-9-1	PEATONES EN LA VÍA		!	Preventiva	
131+600	IR-6-2		RN SN CRISTOBAL	✓	Informativa	
131+620	ID-2-1		PUENTE LA MORA	✗	Informativa	
131+650	E-1-3	30 KPH; CUIDADO; ZE		!	Reglamentaria	
131+670	IR-6-2	RN SN CRISTOBAL		✗	Informativa	
131+800	P-9-11		REDUCTOR A 100 Metros	✗	Preventiva	PINTURA HECHIZA
132+000	E-1-1		ZONA ESCOLAR	✓	Preventiva	
132+050	R-10-1		PARADA DE BUS	✓	Informativa	
132+100	IR-6-2		RN DELTA ESTERO REAL	✓	Informativa	
132+200	E-1-1	ZONA ESCOLAR		✗	Preventiva	
132+500	P-9-11	REDUCTOR		✗	Preventiva	
132+650	R-2-1	30 KPH; VELOCIDAD MAX		✓	Reglamentaria	
132+820	P-2-3		EMPALME	✗	Preventiva	OBSTRUIDO X VEGETACIÓN
132+850	P-10-6	SALIDA DE CAMIONES		✗	Reglamentaria	SIMBOLOGIA NO ESTA EN MANUAL
132+900	II-5-1		CHINANDEGA - SOMOTILLO	✓	Informativa	
132+950	P-9-1		PEATONES EN LA VÍA	!	Preventiva	
132+970	IR-6-2	RN DELTA ESTERO REAL		✓	Informativa	
133+000	II-5-1	CHINANDEGA - SOMOTILLO,		!	Informativa	
133+450	R-2-1		60 KPH; VELOCIDAD MAX	✓	Reglamentaria	
133+480	ID-2-3		NIC 24; EL VIEJO, SOMOTILLO			
134+800	R-2-1	60 KPH; VELOCIDAD MAX		✓	Reglamentaria	
134+900	R-13-1	NO ADELANTAR		✓	Reglamentaria	
134+950	R-2-1		80 KPH, VELOCIDAD MAXIMA	✓	Reglamentaria	
136+950	E-1-2		CRUCE ZONA ESCOLAR	✓	Preventiva	OBSTRUIDO X VEGETACIÓN
137+000	E-1-1		ZONA ESCOLAR	✓	Preventiva	
137+300	E-1-2		CRUCE ZONA ESCOLAR	✓	Preventiva	
137+400	E-1-2	CRUCE ZONA ESCOLAR		✓	Preventiva	
137+600	R-13-1	NO ADELANTAR		✓	Reglamentaria	
137+650	E-1-1	ZONA ESCOLAR		✓	Preventiva	
137+800	E-1-1	ZONA ESCOLAR		✓	Preventiva	
140+200	E-1-1		ZONA ESCOLAR	✓	Preventiva	
140+300	R-2-1		25 KPH; VELOCIDAD MAX	✓	Reglamentaria	
141+000	R-13-1		NO ADELANTAR	✓	Reglamentaria	
141+050	P-9-4		CRUCE PEATÓN	✓	Preventiva	
146+850	E-1-1		ZONA ESCOLAR	✓	Preventiva	
147+250	E-1-2		CRUCE ZONA ESCOLAR	✓	Preventiva	
147+400	E-1-2	CRUCE ZONA ESCOLAR		✓	Preventiva	

ESTACIÓN	CÓDIGO	IZQUIERDO	DERECHO	ESTADO	TIPO	OBSERVAC.
147+500	R-10-1		PARADA DE BUS	✓	Informativa	OBSTRUIDO X VEGETACIÓN
147+550	R-10-1	PARADA DE BUS		✓	Informativa	
147+600	E-1-1	ZONA ESCOLAR		✓	Preventiva	
147+650	R-13-1	NO ADELANTAR		✓	Reglamentaria	
147+750	E-1-1	ZONA ESCOLAR		✓	Preventiva	
147+950	R-2-1		80 KPH, VELOCIDAD MAXIMA	✓	Reglamentaria	
148+700	R-13-1	NO ADELANTAR		✓	Preventiva	
148+800	IR-6-2		RN. SN CRISTÓBAL	✓	Informativa	
150+500	R-13-1		NO ADELANTAR	✓	Reglamentaria	
150+700	IR-6-2		RN. DELTA ESTERO REAL	✓	Informativa	OBSTRUIDO X VEGETACIÓN
150+900	IR-6-2	RN. DELTA ESTERO REAL		✓	Informativa	
150+950	IR-6-2		RN SN CRISTOBAL	✓	Informativa	
151+050	IR-6-2	RN SN CRISTOBAL		✓	Informativa	
151+100	R-2-1	80 KPH, VELOCIDAD MAXIMA		✓	Reglamentaria; Preventiva	
151+150	E-1-1		ZONA ESCOLAR	✓	Preventiva	
151+250	R-2-1		25 KPH; VELOCIDAD MAX	✓	Reglamentaria	
151+350	E-1-1		ZONA ESCOLAR	✓	Preventiva	
151+420	E-1-1	ZONA ESCOLAR		✓	Preventiva	
151+450	R-2-1	25 KPH VELOCIDAD MAX		✓	Reglamentaria	
151+700	E-1-1	ZONA ESCOLAR		✓	Preventiva	OBSTRUIDO X VEGETACIÓN
151+900	R-2-1		80 KPH, VELOCIDAD MAXIMA	✓	Reglamentaria	
158+100	R-13-1	NO ADELANTAR		✓	Reglamentaria	
158+800	R-2-1	80 KPH, VELOCIDAD MAXIMA		✓	Reglamentaria	
158+850	E-1-1		ZONA ESCOLAR	✓	Preventiva	
158+950	R-2-1		25 KPH; VELOCIDAD MAX	✓	Reglamentaria	
159+000	E-1-2		CRUCE ZONA ESCOLAR	✓	Preventiva	
159+150	E-1-2	CRUCE ZONA ESCOLAR		✓	Preventiva	
159+300	R-2-1	25 KPH VELOCIDAD MAX		!	Reglamentaria	
159+450	E-1-1	ZONA ESCOLAR		✓	Preventiva	
159+550	R-2-1		80 KPH, VELOCIDAD MAXIMA	✗	Reglamentaria	
159+900	R-13-1	NO ADELANTAR		✓	Reglamentaria	
163+700	R-13-1		NO ADELANTAR	✓	Reglamentaria	OBSTRUIDO X VEGETACIÓN
164+100	IR-6-2		RN SN CRISTOBAL	✗	Informativa	
164+200	IR-6-2	RN SN CRISTOBAL		!	Informativa	
167+100	R-13-1		NO ADELANTAR	✓	Reglamentaria	
171+400	IR-6-2		RN. APACUNCA	✓	Informativa	
171+500	IR-6-2	RN. APACUNCA		✓	Informativa	
175+200	IG-1-4		PUENTE LA VENADA	✓	Informativa	
175+600	IG-1-4	PUENTE LA VENADA		✓	Informativa	
189+650	IR-6-1	RECURSOS GENÉTICOS		✗	Informativa	
189+900	ID-2-4		SOMOTILLO, VILLA NUEVA	✓	Informativa	
190+100			HOTEL FRONTERA	✓	Informativa	

Tabla A-2-1: Inventario de señales verticales

### Anexo 1.3: Inventario de Señales Horizontales Existentes

Estación		Línea Central		Línea discontinua que acompaña a línea central		Lgtd. (metros)	Observación
Desde	Hasta	Continua	Discontinua	Derecha	Izquierda		
131+900	134+800	1150				1150	Buena
134+800	136+680	1880				1880	Buena
136+680	136+720	40		40		80	Buena
136+720	137+080	360				360	Buena
137+080	137+250			170		170	Buena
137+250	137+650		400			400	Buena
137+650	138+000	350				350	Buena
138+000	138+050	50			50	100	Regular
138+050	139+660		1610			1610	Regular
139+660	139+800	140		140		280	Regular
139+800	140+240	440				440	Regular
140+240	140+320	80			80	160	Regular
140+320	140+340	20				20	Regular
140+340	140+460		120			120	Regular
140+460	140+550	90		90		180	Regular
140+550	140+850	300				300	Regular
140+850	141+060	210			210	420	Regular
141+060	143+600		2540			2540	Regular
143+600	143+800	200		200		400	Buena
143+800	144+020	220				220	Buena
144+020	144+220	200			200	400	Buena
144+220	144+550		330			330	Buena
144+550	144+600	50		50		100	Buena
144+600	145+050	450				450	Buena
145+050	145+150	100			100	200	Buena
145+150	145+200		50			50	Buena

Estación		Línea Central		Línea discontinua que acompaña a línea central		Lgtd.	Observación
Desde	Hasta	Continua	Discontinua	Derecha	Izquierda	(metros)	
145+200	145+350	150		150		300	Buena
145+350	145+600	250				250	Buena
145+600	145+800	200			200	400	Regular
145+800	146+150		350			350	Regular
146+150	146+800	650				650	Regular
146+800	147+400		600			600	Regular
147+400	147+650	250				250	Regular
147+650	148+510		860			860	Regular
148+510	148+720	210		210		420	Regular
148+720	148+950	230				230	Regular
148+950	149+200	250			250	500	Regular
149+200	149+500		300			300	Regular
149+500	149+700	200			200	400	Buena
149+700	151+450	1750				1750	Buena
151+450	154+350		2900			2900	Buena
154+350	155+850	1500				1500	Buena
155+850	156+100			250		250	Buena
156+100	156+350	250			250	500	Buena
156+350	156+700			350		350	Mala
156+700	157+280		580			580	Mala
157+280	157+540	260			260	520	Buena
157+540	158+000	460				460	Regular
158+000	158+500	500		500		1000	Regular
158+500	162+100		3600			3600	Regular
162+100	162+200	100			100	200	Regular
162+200	163+250	1050				1050	Regular
163+250	163+700	450			450	900	Regular
163+700	165+300		1700			1700	Regular

Estación		Línea Central		Línea discontinua que acompaña a línea central		Lgtd.	Observación
Desde	Hasta	Continua	Discontinua	Derecha	Izquierda	(metros)	
165+300	165+500	200			200	400	Regular
165+500	169+600	4100				4100	Regular
169+600	169+710	110		110		220	Regular
169+710	170+400	690			690	1380	Regular
170+400	171+500	1100				1100	Mala
171+500	172+200		700			700	Mala
172+200	172+400	200			200	400	Mala
172+400	173+200	800				800	Mala
173+200	173+250			50		50	Mala
173+250	175+100		1850			1850	Mala
175+100	177+200	4900				2100	Mala
177+200	180+000					2800	No existe
180+000	180+800		800			800	Buena
180+800	183+200	2400				2400	Buena
183+200	184+000		800			800	Buena
184+000	185+000	1000				1000	Buena
185+000	185+200	200			200	400	Buena
<b>TOTALES</b>		<b>30,740</b>	<b>20,090</b>	<b>2,310</b>	<b>3,640</b>	<b>56,780</b>	

Fuente: Elaboración propia

## ANEXO 2

### Anexo 2.1 Hoja de Conteo Vehicular para Estudio de Tráfico

ESTACIÓN: \_\_\_\_\_

SENTIDO DE CIRCULACIÓN: \_\_\_\_\_

DE: \_\_\_\_\_ A: \_\_\_\_\_

ESTADO DEL TIEMPO: \_\_\_\_\_

ESTADO PAVIMENTO: \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_

LAPSO		VEHÍCULOS DE PASAJEROS								VEHÍCULOS DE CARGA						EQUIPO PESADO	
H:M	H:M	BICICLETAS	MOTO	AUTO	JEEP	CAMIONETA	MICRB	MINB	BUS	LIVIANO CARGA	C2 - C3	Tx-Sx <4	Tx-Sx >5	Cx-Rx <4	Cx-Rx > 5	AGRÍCOLA	CONSTRUCCIÓN

## Anexo 2.2 Tipología y Descripción Vehicular

CLASIF. VEHICULAR	TIPOS DE VEHICULOS	ESQUEMA VEHICULAR	DESCRIPCIÓN DE LA TIPOLOGÍA VEHICULAR
VEHICULOS DE PASAJEROS	MOTOCICLETAS		Incluye todos los tipos de Motocicleta tales como, Minimotos, Cuadriciclos, Moto Taxis, Etc. Este último fue modificado para que pudiera ser adaptado para el traslado de personas, se encuentran más en zonas Departamentales y Zonas Urbanas. Moviliza a 3 personas incluyendo al conductor.
	AUTOMOVILES		Se consideran todos los tipos de automóviles de cuatro y dos puertas, entre los que podemos mencionar, vehículos cope y station wagon.
	JEEP		Se consideran todos los tipos de vehículos conocidos como 4*4. En diferentes tipos de marcas, tales como TOYOTA, LAND ROVER, JEEP, ETC.
	CAMIONETA		Son todos aquellos tipos de vehículos con finas en la parte trasera, incluyendo las que transportan pasajeros y aquellas que por su diseño están diseñadas a trabajos de carga.
	MICROBUS		Se consideran todos aquellos microbuses, que su capacidad es menor o igual a 14 pasajeros sentados.
	MINIBUS		Son todos aquellos con una capacidad de 15 a 30 pasajeros sentados.
	BUS		Se consideran todos los tipos de buses, para el transporte de pasajeros con una capacidad mayor de 30 personas sentadas.
VEHICULOS DE CARGA	LIVIANO DE CARGA		Se consideran todos aquellos vehículos, cuyo peso máximo es de 4 toneladas o menores a ellas.
	CAMIÓN DE CARGA C2 - C3		Son todos aquellos camiones tipos C2 (2 Ejes) y C3 (3 Ejes), con un peso mayor de 5 toneladas. También se incluyen las furgonetas de carga liviana.
	CAMIÓN DE CARGA PESADA Tx-Sx<=4		Camiones de Carga Pesada, son vehículos diseñados para el transporte de mercancía liviana y pesada y son del tipo Tx-Sx<=4.
	Tx-Sx>=5		Este tipo de camiones son considerados combinaciones Tractor Camión y semi-Remolque, que sea igual o mayor que 5 ejes.
	Cx-Rx<=4		Camión Combinado, son combinaciones camión remolque que sea menor o igual a 4 ejes y están clasificados como Cx-Rx<=4
	Cx-Rx>=5		Son combinaciones iguales que las anteriores pero iguales o mayores cantidades a 5 ejes.

CLASIF. VEHICULAR	TIPOS DE VEHICULOS	ESQUEMA VEHICULAR	DESCRIPCIÓN DE LA TIPOLOGÍA VEHICULAR
EQUIPO  PESADO	VEHICULOS AGRÍCOLAS		Son vehículos provistos con llantas especiales de hule, de gran tamaño. Muchos de estos vehículos poseen arados u otros tipos de equipos, con los cuales realizar las actividades agrícolas. Existen de diferentes tipos ( <b>Tractores - Arados - Cosechadoras</b> )
	VEHICULOS DE CONSTRUCCIÓN		Generalmente estos tipos de vehículos se utilizan en la construcción de obras civiles. Pueden ser de diferentes tipos, <b>Motoniveladoras, retroexcavadoras, Recuperador de Caminos/Mezclador, Pavimentadora de Asfalto, Tractor de Cadenas, Cargador de Ruedas y Compactadoras.</b>
OTROS	REMOLQUES Y/O TRAILERS		Se incluye remolques o trailers pequeños halados por cualquier clase de vehículo automotor, también se incluyen los halados por tracción animal (Semovientes).

## ANEXO 3

### Anexo 3.1: Sistema Colector de Inventario Vial con Captura de Datos Viales on line

Fuente: GEOVIAL - Bolivia

#### Descripción

El sistema de inventario vial con captura de datos on line, es una herramienta informática que gestiona las tareas de conservación y explotación sobre el conjunto de elementos constituyentes de las carreteras. Su principal función es registrar la información georeferenciada para tomar datos y gestionarlos desde la oficina sin necesidad de retornar al centro de trabajo. Todo el sistema consta de componentes de hardware y software montados en un vehículo.

El sistema permite guardar video continuo georeferenciado y al mismo tiempo capturar imágenes georeferenciadas de un camino. Uno de los periféricos del sistema permite al operador introducir atributos a las imágenes con solo apretar una tecla ej:(pavimento flexible, puente, tranca) y anexar a este atributo comentarios ej:(puente en mal estado). Todo el sistema está coordinado mediante una terminal portátil robusta con montaje fijo para vehículos que combina una construcción resistente con una gran capacidad de procesamiento y transmisión de datos a través de redes inalámbricas lo que permite registrar los datos en los entornos de trabajo más duros. Para realizar georeferenciamiento en lugares donde no pueden ingresar los vehículos con sus equipos integrados de portátiles, receptores GPS y cámaras de video, el sistema consta con equipamiento móvil de pequeños tamaños (PDA, cámaras fotográficas) con sistemas de procesamiento y software que permiten realizar la toma de datos fuera del vehículo en lugares alejados de las vías.

El sistema tiene componentes en Hardware y Software:

**HARDWARE:** Computadora Portátil Laptop, Teclado Programable, Computadora de Bolsillo.- PDA, Disco Duro Externo, Receptor GPS, Odómetro de precisión, Cámara de Video, Cámara Fotográfica Digital.

Accesorios de Hardware: Inversor de voltaje, Antena GPS, Soporte portátil, Soporte cámara

**SOFTWARE:** Software de Captura de Datos Portátil; Software de base de datos; Software de Proceso de Datos para reportes; Software de captura de Datos PDA; Software de video georeferenciado.

A continuación, se tiene una breve descripción de cada una de las funciones de los componentes del sistema.

### **1. Computadora portátil Laptop**

Es la terminal encargada de coordinar mediante Software de Captura de Datos, la captura de las imágenes con tramas GPS, coordinar atributos y comentarios introducidos por el operador con tramas GPS, registrar los datos del odómetro para de esta manera tener las coordenadas de los puntos en donde hubiera una captura de imagen y/o un atributo. Las imágenes capturadas, son almacenadas en la Laptop en forma automática. El computador portátil hace de interfaz para guardar video georeferenciado con software que integra posicionamiento en un video de forma continua. Este video es almacenado en disco externo conectado por Usb 2.0 al portátil.

### **2. Teclado Programable**

El teclado programable multicapa permite al operador inventariar atributos de forma fácil y sencilla. El teclado programable permite configurarle atributos a las teclas. La conexión con el portátil Laptop es por puerto Usb. La sujeción del teclado en el vehículo consta de soporte ergonómico para el operador en el asiento de pasajero del vehículo, lugar donde el operador toma los datos.

### **3. Computadora de Bolsillo.- PDA**

El PDA funciona de colector de datos de la misma forma que el computador portátil y debe utilizarse para registrar datos donde el vehículo no puede ingresar ej: (Debajo de un puente). De la misma forma que el computador portátil el PDA tiene software capturador de datos georeferenciados ya que este incorpora un GPS. La sintaxis de información es idéntica al que proporciona el computador portátil con la diferencia que los atributos programados para el PDA puede ser diferente.

### **4. Disco Duro Externo**

El Disco Duro Externo está dedicado exclusivamente para almacenar información del sistema de los registros tomados con el capturador, imágenes y video georeferenciado.

### **5. Receptor GPS**

Es el encargado de enviar las coordenadas de donde se encuentra el vehículo al Computador portátil e introducirlas vía bluetooth pasando los datos al capturador para que automáticamente al registrar atributos estos sean georeferenciados. El receptor GPS también es utilizado para georeferenciar el video de forma continua.

### **6. Odómetro de precisión**

El dispositivo de registro de distancia introduce al sistema las distancias recorridas por el vehículo. La toma de datos del odómetro proviene del sensor colocado en el vehículo. Este equipo envía datos al computador portátil por el puerto RS-232.

## 7. Cámara de Video

Es la encargada de registrar las imágenes del camino mientras se mueve el vehículo. Va instalada en el interior del vehículo con su soporte especial. Estas imágenes pueden ser capturadas cuando el operador vea conveniente tomar imagen de un atributo, escribiendo el Código del/los Atributo(s) y presionando la tecla de toma de imágenes en el teclado programable. Las imágenes capturadas, son almacenadas en la dirección correspondiente al recorrido. A su vez en todo momento esta cámara envía el video georeferenciado por su puerto de alta velocidad.

## 8. Cámara Fotográfica Digital

Es una Cámara Digital de alta resolución (8 Mega Píxeles). Es utilizada para la toma de fotografías de detalles que no puedan ser obtenidos mediante la Cámara de Video del vehículo y funciona conjuntamente con el colector de datos que incluye el PDA. Las fotografías, son guardadas en una tarjeta SD de la cámara.

## ACCESORIOS DE HARDWARE

- 1 **Inversor de voltaje:** Es un equipo que convierte la corriente continua con tensión de 12 v. de la batería del vehículo en corriente alterna con tensión de 220 v. para la alimentación de los equipos del sistema, garantizando de esta manera la carga constante de las baterías de los equipos, y la continuidad del trabajo.
- 2 **Antena de GPS:** Permite que el GPS se conecte con los satélites que están disponibles, con una señal clara. Va montada en el techo del vehículo.
- 3 **Soporte portátil:** Fija la computadora portátil dentro del vehículo para que el operador pueda ver los datos registrados.
- 4 **Soporte cámara:** Fija la cámara de video en una posición estratégica para poder tomar imágenes y guardar video de las vías.
- 5 **Soporte teclado programable:** Fija el teclado Programable para que el operador ingrese los atributos y comentarios cómodamente

## SOFTWARE

### Software de Captura de Datos

Es un programa que permite al operador, indicar el momento de la captura de una imagen, así como la existencia de un atributo y comentarios. Además el software de captura de datos guarda video continuo georeferenciado para ser producido posteriormente en oficina. El software de captura de datos va instalado en el computador portátil que se encuentra en el vehículo.

**Proceso de captura de datos:** El proceso de captura de datos se realiza en el vehículo en marcha. Ver ilustración A3.1.

### Ilustración A3.1: Captura de Datos, Sistema colector de inventario



Fuente: Geovial - Bolivia

Los campos que deben ser llenados por el operador son: Nombre del tramo, topografía, hidrografía, tipo de suelo, extras, fecha.

**Cuadro de Número Intervalo de Tiempo (Seg):** Se puede determinar el intervalo de tiempo del GPS para la recepción de datos, de manera que es posible definir diferentes intervalos en función del tipo de tramo a ser recorrido. Así, en un tramo bastante accidentado, y que no permita que el vehículo desarrolle gran velocidad, el intervalo de tiempo deberá ser mayor que en un tramo bueno. Los intervalos de tiempo que pueden ser elegidos, varían entre 1 y 60 segundos. Una vez que se tenga todos los datos ingresados, se presiona el botón OK para aceptar los datos insertados. Al presionar ENTER, el programa crea una carpeta en el Disco del computador: cuyo nombre es el mismo del tramo, más la fecha y hora del inicio del proceso. En la parte inferior de la pantalla, se tiene tres casillas:

**Código:** Se debe escribir los códigos de los atributos asignados al teclado programable, Un cruce de camino (C), Una tranca de peaje (T), Y al estar introducida la tecla (I) será tomada una imagen con la cámara colocada en el vehículo.

**Comentario:** Se puede escribir algún comentario que considere necesario con relación al lugar donde se encuentra. (ej. Derrumbe).

**Casilla de Trama:** Contiene toda la información preliminar que se escribió (Topografía del tramo, Hidrología, Tipo de suelo, Extra) y las tramas que envía el GPS. Esta pantalla, es un reflejo del archivo de texto que se va generando a medida que se va introduciendo la información durante el recorrido del vehículo.

## ANEXO 4

### Anexo 4.1: Señalización Horizontal

#### A) Criterios de diseño para definir la señalización horizontal

**Líneas de eje central:** Deben ejecutarse en carreteras con flujo en ambos sentidos, con TPDA mayor de 500 vehículos por día. No se emplean en puentes angostos o de una vía, se deja de pintar 45 metros antes de estas estructuras. Cuando las líneas centrales son de color **blanco**, indican que la vía por la que nos desplazamos es de un solo sentido de circulación. Cuando se pintan de color **amarillo** los sentidos de circulación son dos. Pueden ser continuas o discontinuas.

**Línea de eje central continua:** Restringen adelantar en zonas pobladas, escolares, puentes, empalmes, curvas horizontales y verticales. Se definen bajo el criterio de 250 metros de distancia de visibilidad para una velocidad máxima de 90 kph. Deben tener un ancho de 12 cm, siempre respetando la medida mínima del carril (3.60 metros) y hombros (0.80 metros). Lo mínimo es 10 cm. de ancho.

**Línea de eje central discontinua:** Permite adelantar en zonas planas o hacer cambio de carril, debe ser pintado con trazos de 4.50 m y separaciones de 7.50 m sin pintar con ancho de 10 a 15 cm.

**Línea de eje central continua doble:** Indica que hay doble sentido de circulación y no se debe aventajar.

**Líneas discontinuas a los lados de la línea continua central:** Permiten adelantar luego que han recuperado la visibilidad después de cruzar un tramo restringido para no adelantar y se marcaran con las mismas especificaciones de la línea intermitente discontinua central, separada 10 cm de la línea continua central.

**Líneas de borde, de calzada o paralelas:** Estas líneas como su nombre lo indica se encuentran en el borde de las carreteras, le indican a los conductores el ancho de su carril, y el espacio del arcén a la derecha, son de mucha utilidad en la noche cuando algún vehículo los deslumbra y tienen que quitar la vista de la vía, lo que permite no salirse, deben ser blancas y continuas, de no menos de 5 cm ni más de 10 cm de ancho, se discontinuaran en los accesos públicos. Son necesarias para evitar el paso de vehículos pesados por los hombros, que generalmente tienen una capacidad estructural menor que la del pavimento adyacente.

**Líneas canalizadoras y simbología:** Las líneas canalizadoras de tránsito continuas deben ser de color blanco, de 20 cm hasta 30 cm.

Las rayas de franjas en islas canalizadoras serán de 30 cm pintado y espaciadas a 60 cm conforme el color que corresponde, serán de color blanco cuando dirijan el tránsito en un mismo sentido y amarillo cuando dirijan el tránsito con distintos sentidos de circulación. Las flechas direccionales deben ser de color blanco, y ubicarse sobre los carriles para indicar las maniobras que se pueden realizar.

**Líneas de parada:** Son líneas transversales, con ancho no menor de 30 cm ni mayor de 60 cm, indican el sitio exacto detrás del cual es requerido se detengan los vehículos en concordancia con la señal de ALTO, CEDA. Deben pintarse 1.20 metros antes y paralelas a la línea más cercana de un paso peatonal, en ausencia de paso peatonal demarcado, la línea de parada debe pintarse en el mismo sitio donde se deben detener los vehículos.

**Pasos peatonales:** Indican donde deben pasar los peatones con seguridad, se deben marcar con rectángulos de 0.60 x 3.50 m espaciados en igual área, de color blanco.

**Reductores de Velocidad:** Aunque el uso de estos dispositivos es restringido en autopistas, carreteras rápidas y vías de la red primaria y secundaria y no se encuentran dentro del tramo en estudio, es importante tomar nota de los tipos y normas que los rigen, ya que son muy utilizados (bien o mal) en nuestra ciudad. Se utilizan para obligar al conductor a reducir la velocidad a la que conducen, se complementan con las señales verticales de prevención (P-9-12 o P-9-13). Se han utilizado durante los últimos años como una técnica para moderar el tránsito motorizado y disminuir los riesgos de atropello o accidente. Su uso es particular en zonas residenciales, barrios o centros con gran actividad peatonal, como protección para los habitantes.

Los principales efectos positivos del uso de los reductores de velocidad:

- ✓ Aumenta la visibilidad lateral
- ✓ Disminuye la probabilidad de fallecer en caso de atropello.
- ✓ Aumenta la probabilidad de frenar a tiempo.

El Manual de Dispositivos para el control del tránsito, recomienda la aplicación de los siguientes tipos de reductores:

Acera continua o acera de paso peatonal: Es una prolongación longitudinal de la acera a través de un cruce peatonal, obliga a los conductores a reducir su velocidad para pasar por el dispositivo sin dañar el vehículo. Es deseable un ancho de 2.75 metros, el ancho mínimo de 1.8 metros. Se aconseja el uso de acera continua cuando los flujos peatonales en un cruce o intersección son superiores a los 500 peatones por hora en ambas direcciones o 300 peatones por hora en una sola dirección.

Reductor de velocidad tipo lomo o policía dormido: Se fundamenta en la incomodidad que le provoca a los vehículos al pasarlos a una velocidad superior a los 10 km/h. Es el que más uso tiene por su relativo bajo costo de construcción como por su efectividad. Se recomienda una sección transversal

triangular con borde alto suavizado. En su punto más alto deben medir 8 cm y puede variar de ancho entre los 60 y 90 cm, cuando la velocidad de operación sea menor a 40 km/h. Para velocidades entre 40 y 60 km/h se recomiendan utilizar reductores con altura de 10 cm y 3.65 m de ancho. Todos los lomos deben pintarse de color amarillo reflectante.

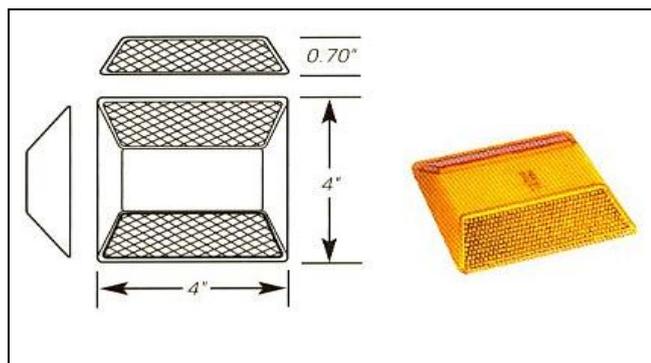
Tachuelones o reductores aislados: Consisten en una serie de elementos de plástico resistente o de fibra de vidrio que se insertan en el pavimento o se adhieren con pegamento, en hileras dobles que causan menos incomodidad a los usuarios. Permiten usarse en carreteras cuya velocidad de operación sea superior a los 60 Km/h, pero inferior a los 80 km/h, son de uso común en las zonas escolares. Requieren de mantenimiento frecuente, ya que el deterioro es relativamente rápido respecto a los demás reductores.

Trepidadores o reductores de superficie rugosa: Están constituidos por una serie de elementos rugosos de concreto que se extienden a lo ancho de la calzada, deben tener una rugosidad que produzca sonido y vibración fuerte del vehículo. Su uso es muy restringido ya que el efecto que produce es demasiado abrupto y puede ocasionar el deterioro del vehículo.

**Marcadores Viales:** Llamados popularmente, “Ojos de Gato”, son pequeños paneles cubiertos de material reflectivo, de gran brillo, se emplean mucho para demarcar obstrucciones y otros peligros o en series para indicar el alineamiento de la vía, son durables, resistentes a la intemperie, y de gran utilidad en señalización nocturna en carreteras. Su función principal es marcar líneas divisorias de carriles, carriles centrales y laterales, vías para virar, divisores de bordos y líneas de parada. Son resistentes a la abrasión para proporcionar una reflectancia superior y duración prolongada. Son recomendables para las carreteras que tienen tráfico nocturno. El color del capta luz varía de acuerdo a la marca que complementa. Se deben instalar con una separación de 12 metros en las líneas centrales y 15 metros para las líneas paralelas. Sin embargo, donde se requiera que los conductores tengan un mayor cuidado, el espaciamiento puede reducirse.

Especificaciones: Reflector de plástico acrílico relleno con compuesto de encapsulación muy adherente, con tamaño de 4” largo x 4 “ancho x 0.70” alto (10,16 x 10,16 x 1.78 cm), superficie reflectante de 3,25 pulg<sup>2</sup> (21,0 cm<sup>2</sup>) por cara reflectora. Ver imagen 4.1.A1

**Ilustración 4.1.A1 Marcador vial**



Fuente: Manual de Dispositivos de Tránsito-Perú

**Instalación:** Los marcadores viales pueden aplicarse con adhesivo bituminoso o epóxido. Se obtiene excelente relación costo, beneficio y óptimo comportamiento al utilizar adhesivos bituminosos. La instalación comprende tres pasos sencillos, ilustrados a continuación en la imagen 4.1.A2

**Ilustración 4.1.A2: Instalación de marcadores viales**



Fuente: Manual de Dispositivos de Tránsito-Perú

## **B) Características de la demarcación horizontal**

### **Colores**

- ✓ El color amarillo define la separación de corrientes de tránsito de sentido opuesto en caminos de doble sentido, líneas de barrera y franjas de estacionamiento prohibido. Ver imagen 4.1.B11.
- ✓ El color blanco define la separación de corrientes de tránsito en el mismo sentido y la demarcación de bordes de calzada, pasos peatonales y espacios de estacionamiento. Se utiliza en las palabras y en las flechas direccionales, marcas de carril exclusivo y en algunas islas canalizadoras.
- ✓ El color negro no se establece como un color estándar para demarcaciones, sin embargo se utiliza como medio para obtener contraste en un pavimento color claro, también se utiliza para borrar demarcaciones, aunque es preferible borrar con máquina, ya que si la pintura se desgasta se nota la demarcación original.

- ✓ El color rojo se utiliza exclusivamente para prohibir el estacionamiento durante las 24 horas, todos los días de la semana.
- ✓ El color azul se utiliza para demarcar zonas de estacionamiento exclusivo para personas con alguna restricción física, se utiliza en conjunto con las señales verticales correspondientes.
- ✓ El color verde se utiliza para demarcar zonas de estacionamiento permitido, sujeto a un límite de tiempo, tales como los espacios para motocicletas o bicicletas.

**Ilustración 4.1.BI1: Señales horizontales**



Fuente: Manual Centroamericano de dispositivos uniformes para el control del tráfico

### C) Especificaciones técnicas para la construcción e instalación de señales horizontales

Es de uso común demarcar pavimentos, bordes de calle o carreteras y objetos, con pintura, sin embargo se ha introducido otros materiales tales como termoplásticos, concreto coloreado, incrustaciones fabricadas en metal cerámica, plástico entre otros. Los materiales termoplásticos se emplean cada vez más en lugares sujetos a un gran deterioro a causa del tránsito. La experiencia en lugares muy transitados ha demostrado que la vida promedio de servicio es equivalente a ocho veces la de las demarcaciones realizadas con pintura de tránsito.

#### Limpieza previa a la Aplicación

La unión firme entre el material de demarcación y la superficie del pavimento es uno de los factores más críticos en la obtención de una demarcación exitosa. Cualquier material de demarcación fallará si la tierra, polvo, aceite o humedad impiden la unión entre el material y la superficie del pavimento. El barrido y el sopleteado con aire son usualmente suficientes para limpiar pavimentos asfálticos relativamente nuevos.

Los pavimentos asfálticos envejecidos, pavimentos de hormigón nuevos o pavimentos ya demarcados exigen mayor preparación superficial. Se usa comúnmente arenado o hidro-arenado para remover el compuesto de curado de los pavimentos nuevos de hormigón. Cuando se usa el arenado, todos los residuos deberán ser eliminados por sopleteo antes de proceder a la aplicación. El sopleteo también debe seguir al hidroarenado. El sustrato deberá estar seco antes de proceder a la aplicación del material de demarcación. El fresado y el granallado son los métodos más comunes para eliminar las demarcaciones existentes. Ambos métodos pueden dañar la superficie del pavimento. Todos los métodos de limpieza (sopleteado, arenado, hidroarenado y granallado) requieren medidas especiales de seguridad para proteger a los trabajadores y a los transeúntes.

### **Materiales**

Se deben utilizar resinas termoplásticas o materiales prefabricados de larga duración o plásticos de dos componentes de aplicación en frío, en la demarcación de carreteras con superficie de calzada en buen estado y tránsito promedio diario superior a cinco mil vehículos (5000 veh). En nuestro país se usa principalmente un tipo de pintura de aplicación a temperatura ambiente, a base de resinas acrílicas en solución. Los adhesivos de resina epoxy son los más efectivos para pegar incrustaciones plásticas o de cemento en pavimento de concreto o asfáltico. Estos adhesivos se endurecen en 15 ó 30 minutos.

### **Pintura de aplicación en frío**

La reflectorización se realiza mediante el sistema combinado de utilizar microesferas de premezclado y de sembrado, este material, por su especial durabilidad, ha permitido espaciar grandemente los periodos entre repintados, y ahorrar en la gestión de mantenimiento vial, ya que reportan el aumento de la vida útil de las demarcaciones. La pintura está lista para liberar al tránsito, cuando, a pesar de estar aún blanda, no será transferida al pavimento por las ruedas de los vehículos que la pisan. Mediante equipos especiales, se podrá aplicar la pintura a temperaturas superiores a la ambiente (entre 40 y 90°C) para acelerar grandemente este período.

### **Material Termoplástico**

El termoplástico es una mezcla de ingredientes sólidos, (resinas, pigmentos, cargas y microesferas de vidrio), que se hace líquida cuando se la calienta, y luego se solidifica nuevamente cuando se enfría. Cuando se lo usa sobre pavimento asfáltico, la alta temperatura causa que el termoplástico y el asfalto se fundan juntos para formar una unión muy fuerte. Cuando se usa en pavimento de concreto, el gran calor permite que el termoplástico moje la superficie de la imprimación para mejorar la adherencia. Las incrustaciones de materiales termoplásticos tendrán un diámetro no menor de 10 cm cuando

son redondas, y estarán espaciadas 40cm una de otra, centro a centro, en líneas transversales y con un espacio de no más de 90cm entre ellas cuando se encuentren sobre líneas longitudinales.

### **Microesferas de Vidrio**

Las microesferas de vidrio son un componente importante de casi todos los tipos de materiales para demarcación vial. Las microesferas (o esferillas) otorgan a las marcas dos características: durabilidad, y la más importante, retro-reflectividad (reflectancia). Las demarcaciones sin microesferas son virtualmente inútiles de noche. Además de ello, las cubiertas de los vehículos caminarían directamente sobre la capa lisa de la marca y desgastarían el material más rápido. Las esferillas podrán estar pre-mezcladas en el material de demarcación, podrán ser aplicadas (sembradas) inmediatamente atrás del material (referidas como Microesferas Drop-On), o una combinación de ambos sistemas. Como las microesferas Pre-Mix estarán embebidas en el material para demarcación, las microesferas Drop-On se agregan durante la aplicación para proveer inmediata retroreflectividad. El grado de reflectancia está influido por el índice de refracción del vidrio, la esfericidad de la esferilla, el tamaño, profundidad, color y cantidad de la microesfera de vidrio. Cuando se aplica la dosis correcta de esferas, la máxima cantidad de luz retornará al conductor, la retro-reflexión alcanzada por las marcas amarillas es menor que la de las marcas blancas. Según el grado de engarce o "hundimiento" de las esferas, será mejor la retro reflexión, se ha comprobado que las microesferas enterradas un 60% en el material para demarcación, otorgan la mejor retro reflexión. (El material "detrás" de la esferilla la hace actuar como un espejo. Si están demasiado o muy poco "hundidas", poca luz llegará al dorso de la microesferas y será mal reflejada hacia el conductor). Uno de los problemas más comunes asociados con la aplicación de microesferas de vidrio son el engarce incorrecto, la distribución despareja y "gramaje" impropio del sembrado. Los métodos para evaluar la retro-reflectancia durante el día incluyen:

Método del microscopio o la lupa de aumento: Un microscopio iluminado muy económico puede ser usado para evaluar la densidad, distribución, y engarce de las microesferas inmediatamente después de su aplicación. Recuerde que el grado de engarce y la distribución solo puede ser verificado por inspección visual.

Método del Retro-Reflectómetro: Estos aparatos miden la visibilidad nocturna (Coeficiente de Luminancia Retro reflejada) del material. Existen distintos tipos de equipos para medir la reflectancia de la demarcación. Las mediciones con aparato se hacen durante el día sobre un pavimento limpio y seco. Ante la carencia de un Retro-reflectómetro, es posible utilizar muestras-patrón calibradas como elementos de comparación visual:

- ✓ Técnica de la Luz de Sol / Sombra: El sol deberá estar entre 20 y 80 grados sobre el horizonte (ni amanecer ni mediodía). Hacer una sombra sobre la demarcación a observar.

### **Color según la Temperatura Máxima**

La temperatura máxima para el color blanco es de 220°C y para el color Amarillo es 200°C. En lo posible, se debe tratar de no alcanzar estas temperaturas. La agitación es importante para todo termoplástico fundido. Una agitación insuficiente provoca que las microesferas de vidrio mezcladas en la masa se asienten, provocando defectos de calidad. Frecuentemente, el pliego o el fabricante del material, exigen el uso de Selladores o Imprimaciones para pavimentos en condiciones marginales. El equipo usado para demarcar, son pequeños demarcadores auto-propulsados, que pueden generar líneas triples y tienen la ventaja que pueden ser transportadas fácilmente en un camión liviano.

### **Control de Calidad**

El control de calidad es una parte importante en cada etapa del trabajo. Comienza durante la revisión de los documentos de la obra y termina asegurando que las demarcaciones viales hayan sido apropiadamente aplicadas. Se debe aplicar la adecuada cantidad de material, resultando en el ancho y espesor especificado, los bordes de las marcas aplicadas deben estar bien definidos, con un mínimo de "overspray", las demarcaciones deben verse bien, deben estar firmemente adheridas al pavimento y tener total consistencia

### **Mantenimiento**

Todas las marcas en el pavimento deberán mantenerse en todo momento en buenas condiciones para asegurar su legibilidad y visibilidad, la frecuencia con que se pinten las líneas depende del tipo de superficie, la composición y tasa de aplicación de la pintura, el clima y el volumen del tránsito. Se debe tener especial cuidado en las líneas segmentadas, de pintar sobre las viejas con mayor precisión, de lo contrario éstas se apreciarán cada vez más enmendadas después de varias pintadas.

## **Anexo 4.2: Señalización Vertical**

### **A) Señales Preventivas**

#### **Características de las Señales de Prevención**

Son de forma cuadrada y se coloca en forma de rombo, las señales de zona y cruce escolar tienen forma pentagonal, los delineadores de franja y tipo chevron se consideran como señales preventivas y tienen la forma rectangular. Color de fondo amarillo y la orla, símbolos y letras de color negro.

Las señales preventivas se ubicarán antes del riesgo que se trate de señalar, a una distancia que depende de las velocidades utilizándose para ello, la velocidad de proyecto o la velocidad de marcha, ver tabla 4.2.A1.

**Tabla 4.2.A1: Ubicación de señales preventivas**

<b>Velocidad<sup>5</sup> (Kph)</b>	≤30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
<b>Distancia<sup>6</sup> (m)</b>	30	45	65	85	110	140	170	205	245	285

Fuente: Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el control del tránsito.

### **Clasificación de las señales de prevención<sup>7</sup>**

Cambios en el alineamiento horizontal (P-1-1 a P-1-14); Intersecciones (P-2-1 a P-2-8); Proximidad a un dispositivo de control (P-3-1 a P-3-7); Vías de tránsito convergentes y carreteras divididas (P-4-1 a P-4-6); Pasos angostos y claro vertical restringido (P-5-1 a P-5-11); Pendientes y rampa de emergencia (P-6-1 a P-6-9); Condiciones de peligro (P-7-1 a P-7-35); Cruces de ferrocarril y tranvía (P-8-1 a P-8-6); Advertencia de la presencia de personas y reductores de velocidad (P-9-1 a P-9-14); Semovientes en la vía (P-11-1 a P-11-11); Delineadores y marcas de objetos (P-12-1 a P-12-6).

### **Delineadores de objetos**

Los delineadores son elementos verticales que se colocan en curvas horizontales y en estrechamiento de la vía con el fin de hacer resaltar el borde de la superficie de rodadura. Se utilizan en los tramos en relleno para evitar peligros de accidente a los conductores, sobre todo en las noches y en horas de escasa visibilidad. El espaciamiento entre los delineadores se determina de acuerdo con las características de la curva horizontal o del estrechamiento del camino, pero por lo regular varía entre 5 y 20 metros. En la tabla 4.2.A2 se presentan espaciamientos recomendados en función del radio de la curva horizontal y en la ilustración 4.2.A11 el detalle de ubicación.

**Tabla 4.2.A2: Espaciamiento entre delineadores**

<b>Espaciamiento de Delineadores</b>			
Radio de la Curva horizontal (metros)	Espaciamiento (metros)	Radio de la Curva horizontal (metros)	Espaciamiento (metros)
40	5.00	200	15.00
50	6.00	250	17.00
60	7.00	300	18.50

<sup>5</sup> En carreteras y autopistas nuevas, se utilizará la velocidad del proyecto, cuando estén en operación se utilizará la velocidad de operación estimada como el 85 percentil de las velocidades medidas en el tramo.

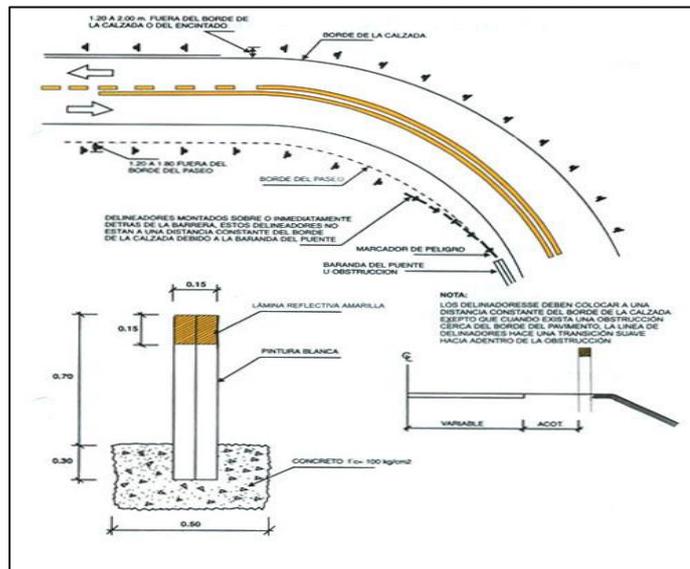
<sup>6</sup> Valor redondeado correspondiente a la distancia de visibilidad de parada (AASHTO)

<sup>7</sup> Clasificación según Manual Centroamericano de dispositivos uniformes para el control del tránsito

70	8.00	400	20.00
80	9.00	450	21.50
100	10.00	500	23.00
150	12.50	>500	24.00

Fuente: Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito

Ilustración 4.2.A1: Detalle de ubicación de delineadores



Fuente: Manual de Dispositivos de Tránsito-Perú

### Características de las Señales de Prevención para la Ejecución de Trabajos en las Vías.

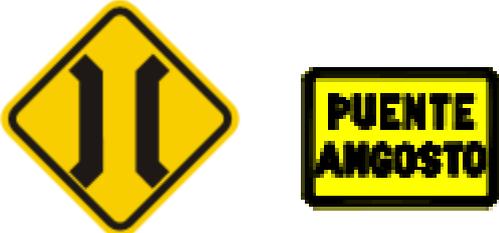
Cuando se ejecutan trabajos de construcción, rehabilitación, mantenimiento o actividades relacionadas con servicios públicos en una determinada vía, o en zona adyacente a la misma, se presentan condiciones especiales que afectan la circulación de vehículos y personas, dichas situaciones deberán ser atendidas especialmente, estableciendo normas y medidas técnicas apropiadas, que se incorporan al desarrollo del proyecto cualquiera sea su importancia o magnitud, con el objeto de reducir el riesgo de accidentes y hacer más ágil y expedito el tránsito de los usuarios, procurando reducir las molestias en su desplazamiento por la vía.

El control temporal de tránsito se implementa en construcciones de proyectos viales, reconstrucción, mantenimiento rutinario y bacheo, trabajos de topografía, trabajos sanitarios, estudios de tránsito. Las señales deberán colocarse conforme al diseño y alineación de la vía, e instalarse de tal forma que el conductor tenga suficiente tiempo para captar el mensaje, reaccionar y acatarlo. Como regla general, se instalarán al lado derecho de la vía; en vías de dos o más carriles por sentido de circulación se colocarán el mismo mensaje en ambos costados. Cuando sea necesario, en las zonas de trabajo se podrán instalar señales sobre la calzada en soportes portátiles; también es

permitido instalarlas sobre las barreras. En carreteras y vías urbanas rápidas, la primera señal de prevención que advierta la existencia de la obra deberá colocarse aproximadamente a 400 metros antes de su inicio. Cuando se presenten vías alternas que faciliten el desvío de los vehículos del sitio de las obras, se recomienda señalar las diferentes alternativas que permitan indicar tal situación. En zonas urbanas, para las arterias o vías de menor jerarquía, se recomienda colocar la primera señal a una distancia entre 100 y 200 metros. En vías de alta velocidad y acceso limitado, la distancia de las señales de prevención debe aumentarse a 400 metros o más, en estos casos conviene colocar señales informativas, con anticipación a las señales preventivas, indicando la proximidad de una obra en construcción, utilizando letras de tamaño suficiente para ser leídas a la velocidad de circulación de los vehículos. La siguiente tabla 4.2.A3 presenta las características de las señales preventivas principales.

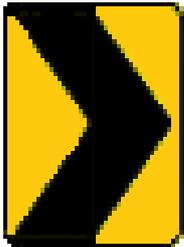
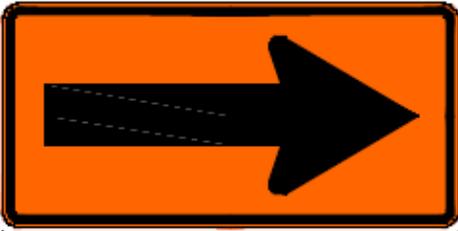
**Tabla 4.2.A3: Detalle de ubicación de delineadores**

<b>Cambios en el Alineamiento Horizontal (P-1)</b>	
<p><b>Curva Peligrosa a la Izquierda y Curva Peligrosa a la Derecha</b></p>  <p><b>P-1-1</b></p>	<p>Se deben emplear para advertir al conductor la proximidad de una curva peligrosa a la izquierda, o a la derecha, en la cual sea necesario reducir la velocidad de operación del sitio en un 30% o más, o cuando las características físicas y de visibilidad de la curva conlleven riesgo de accidente. Puede ser complementada con señal reglamentaria que indica límite de velocidad.</p>
<p><b>Curva Pronunciada a la Izquierda y Curva Pronunciada a la Derecha</b></p>  <p><b>P-1-2</b></p>	<p>Se deben emplear para advertir al conductor la proximidad de una curva pronunciada a la izquierda o a la derecha, en la cual es necesario reducir en un 30 y 10 % la velocidad de operación del sector, para realizar la maniobra segura. Puede ser complementada con señal reglamentaria que indica límite de velocidad máxima. Se debe instalar a 120 metros antes de ingresar a la curva horizontal, siempre y cuando el radio sea menor de 300 metros.</p>
<p><b>Curva y Contracurva peligrosas (Izquierda-Derecha)</b></p>  <p><b>P-1-3</b></p>	<p>Estas señales se deben emplear para advertir al conductor la proximidad a una curva peligrosa a la izquierda o a la derecha, seguidas de una curva de características similares. Debe acompañarse con señales que indiquen límite de velocidad y delineadores de curva horizontal.</p>

<p><b>Curva y Contracurva pronunciadas (Izquierda-derecha).</b></p>  <p>P-1-4</p>	<p>Estas señales se deben emplear para advertir al conductor la proximidad a una curva pronunciada a la izquierda o a la derecha, seguidas de una curva separada por una tangente menor de 150 metros para velocidades de circulación del sector de 80 km/h.</p>
<p><b>Curvas Sucesivas primera Izquierda, primera Derecha</b></p>  <p>P-1-5</p>	<p>Se deben emplear para advertir al conductor la proximidad a un sector que inicia con una curva izquierda o derecha y sigue con dos o tres curvas más, sucesivas y de sentido contrario, separadas por tangentes menores de 150 metros para velocidades de 80 Km/h.</p>
<b>Pasos Angostos</b>	
<p><b>Puente Angosto</b></p>  <p>P-5-1                  P-5-7</p>	<p>Se debe emplear para advertir al conductor la proximidad a un puente, alcantarilla u obra de similares características, cuyo ancho es inferior al ancho de corona de la vía, se debe complementar con la señal P-5-7(Texto Puente Angosto). Si el ancho es inferior a <math>\frac{3}{4}</math> del ancho de la calzada se debe complementar con una señal reglamentaria, que indique el ancho permitido.</p>
<p><b>Reducción Asimétrica de la Calzada Izquierda y Reducción de la Calzada Derecha</b></p> 	<p>Se deben emplear para advertir al conductor la proximidad a una reducción en el ancho de la calzada con desplazamiento del eje a la izquierda o a la derecha, ésta reducción puede ser del número de carriles o simplemente de las dimensiones de la calzada.</p>
<b>Proximidad de Intersecciones o Entronques</b>	
<p><b>Intersecciones de Vías</b></p>  <p>P-2-1</p>	<p>Se empleará para advertir al conductor la proximidad al cruce de dos vías. Esta señal se debe complementar con señales de ALTO y Ceda el Paso.</p>

<p style="text-align: center;"><b>Vía Lateral Izquierda y Derecha</b></p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;"><b>P-2-3</b></p>	<p>Se emplearán para advertir al conductor la proximidad a un empalme o desvío por el lado izquierdo o derecho de la calzada, en la que hay tránsito en los dos sentidos, formando un ángulo aproximado de 90°. Debe complementarse con señales de Ceda el Paso y Alto. Se debe instalar a 120 metros antes de ingresar a la intersección.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Bifurcación "Y" en Izquierda y Derecha</b></p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;"><b>P-2-4</b></p>	<p>Se empleará para advertir al conductor la proximidad a una bifurcación de la vía por el costado izquierdo o derecho de la misma. Se debe complementar con señales Ceda el Paso.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Bifurcación en Y</b></p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;"><b>P-2-6</b></p>	<p>Se empleará para advertir al conductor la proximidad a una bifurcación de vías en forma de "Y" no canalizada, en la cual hay giro a uno y otro lado.</p>
<b>Pendientes Pronunciadas y Rampas de Emergencia</b>	
<p style="text-align: center;"><b>Descenso Peligroso</b></p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;"><b>P-6-1</b></p>	<p>Se utilizará para advertir al conductor la proximidad a un sector de la vía con una pendiente fuerte de descenso que pueda incrementar, hasta condiciones peligrosas la velocidad del vehículo si no se toman precauciones necesarias.</p>
<b>Condiciones de Peligro</b>	
<p style="text-align: center;"><b>Superficie Deslizante</b></p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;"><b>P-7-3</b></p>	<p>Se utilizará para advertir al conductor la proximidad a un tramo de la vía en el cual el material superficial está suelto o el pavimento es resbaladizo, especialmente en condiciones de humedad que el vehículo puede deslizarse peligrosamente. Se debe complementar con señal reglamentaria de Velocidad Máxima Permitida.</p>

<p style="text-align: center;"><b>Zona de Derrumbe</b></p>  <p style="text-align: center;"><b>P-7-11</b></p>	<p>Se empleará para advertir al conductor la proximidad a un tramo de la vía en el cual es frecuente que los taludes estén generando derrumbes o caída de piedras sobre la vía.</p>
<p><b>Presencia de Peatones y Reductores de Velocidad</b></p>	
<p style="text-align: center;"><b>Peatones en la Vía</b></p>  <p style="text-align: center;"><b>P-9-1</b></p>	<p>Se empleará para advertir al conductor la proximidad a lugares frecuentados por peatones caminan sobre la calzada o la cruzan. Se debe usar a 120 metros antes de llegar a un lugar transitado por peatones, que cruzan o se movilizan a lo largo de la carretera y en zonas donde únicamente la seguridad de los peatones lo justifique.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Cruce de Peatones</b></p>  <p style="text-align: center;"><b>P-9-4</b></p>	<p>Se empleará para advertir al conductor que el lugar donde esté ubicada la señal es exclusivamente un cruce para peatones y que debe tomar precauciones. Se debe instalar a 75 metros como máximo, antes de las marcas horizontales de cruce de peatón, esta debe existir solamente si hay marcas horizontales de cruce de peatón.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Zona Escolar</b></p>  <p style="text-align: center;"><b>E-1-1</b></p>	<p>Se empleará para advertir al conductor la proximidad a una zona de actividad escolar, debe complementarse con la señal de velocidad máxima o con la señal que indique la distancia al centro escolar.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Cruce de Escolares</b></p>  <p style="text-align: center;"><b>E-1-3</b></p>	<p>Se empleará para indicar al conductor que existe un cruce especial destinado a los escolares.</p>

Reductor de Velocidad		
<p><b>Reductor de Velocidad</b></p>  <p><b>P-9-14</b></p>	<p>Se empleará para advertir al conductor la proximidad a una prominencia transversal en la superficie de la vía, que puede causar daños o desplazamientos peligrosos o incontrolables del vehículo. Se colocará a 25 m antes del reductor de velocidad tipo lomo en las zonas urbanas.</p>	
Presencia de Animales en la Vía o Equipos en la Vía		
<p><b>Presencia de Semoviente en la Vía</b></p>  <p><b>P-10-2</b></p>	<p>Se empleará para advertir al conductor la posibilidad de tránsito de animales sobre la vía. Su colocación no debe entenderse como una autorización para que el ganado sea movilizado caminando por las vías.</p>	
<p><b>Presencia de Maquinaria Agrícola</b></p>  <p><b>P-10-5</b></p>	<p>Se empleará para advertir al conductor la proximidad a un tramo de la vía utilizado frecuentemente por maquinaria agrícola. Su colocación no debe entenderse como una autorización para el tránsito de esta clase de vehículos, sino como una advertencia de posible riesgo.</p>	
Delineadores		
 <p><b>P-12-3<sup>a</sup></b></p>	 <p><b>P-1-9</b></p>	<p><b>P-12-3<sup>a</sup></b> Debe colocarse para proteger las pendientes de los puentes y cajas puentes con peligro de precipitarse, las franjas deben tener un ancho de 10 cm.</p> <p><b>P-1-9</b> Tipo chevron se debe instalar en curvas cerradas con radios iguales o menores de 200 m.</p>
Señales de Prevención para la Ejecución de Trabajos en las Vías		
 <p><b>PP-1-1</b></p>	 <p><b>PP-1-7</b></p>	 <p><b>PP-3-1b</b></p>

 PP-4-2	 PP-5-4	 PP-7-14	 PP-11-15
 PP-13-6	 PP-13-4	 PP-14-2	 PP-14-6
 IP-2-2		 IP-4-4	 PP-13-8
Estas señales indican: cambios en el alineamiento horizontal, proximidad a dispositivos de control, tránsito convergente, pasos angostos y advertencias por trabajos en la carretera.			

Fuente: Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito

## B) Señales Reglamentarias

### Características

Son señales con forma rectangular de color blanco de fondo, círculo color rojo, los símbolos, orla y letras son de color negro, con excepción de la señal de ALTO que tiene color de fondo rojo y orla y letra de color blanco y forma octogonal.

- ✓ Las señales de reglamentación se clasifican en los siguientes grupos<sup>8</sup>:
  - Derechos y prioridad de paso (R-1-1 a R-1-8)
  - Límites de velocidad (R-2-1 a R-2-12)
  - Restricción de giros y maniobras (R-3-1 a R-3-19)
  - Serie para intersecciones con semáforos (R-4-1 a R-4-8)
  - Serie para carriles reversibles (R-5-1 a R-5-9)
  - Dirección de circulación (R-6-1 a R-6-9)
  - Exclusión de flujos (R-7-1 a R-7-23)

La siguiente tabla 4.2.B1 presenta las características de las señales reglamentarias principales.

<sup>8</sup>Clasificación según Manual Centroamericano de dispositivos uniformes para el control del tránsito

**Tabla 4.2.B1: Señales Reglamentarias**

<p style="text-align: center;"><b>ALTO</b></p>  <p style="text-align: center;"><b>R-1-1</b></p>	<p>Notifica al conductor que debe detener completamente el vehículo y sólo reanudar la marcha cuando pueda hacerlo en condiciones que eviten totalmente la posibilidad de accidente, especialmente en la intersección con una vía de mayor jerarquía, en el cruce a nivel de una calle o carretera con un ferrocarril, en la intersección de una calle con una carretera, en la intersección de dos vías, en la cual la prelación de paso no está definida, en los retenes de tránsito, policía, aduana y en las estaciones de peaje y de pesaje.</p>
<p style="text-align: center;"><b>CEDA EL PASO</b></p>  <p style="text-align: center;"><b>R-1-2</b></p>	<p>Esta señal se emplea para notificar al conductor la prelación de la vía en la cual se va a incorporar. Deberá colocarse en todo lugar en donde se requiera disminuir la velocidad o detener el vehículo, para ceder el paso a los que circulan por la vía prioritaria e ingresar a ésta sólo cuando pueda hacerlo en condiciones que eviten totalmente la posibilidad de accidente.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Límites de Velocidad</b></p>  <p style="text-align: center;"><b>R-2-1 y R-2-6</b></p>	<p>Se deben emplear para notificar la velocidad máxima y mínima a la que se puede circular. La limitación de velocidad debe de ser razonable y no innecesariamente restrictiva, pues los límites excesivos perjudican la credibilidad de la señalización. Su utilización deberá estar soportada en un estudio de velocidad de operación. Las señales de LÍMITES MÁXIMOS DE VELOCIDADES con el código R-2-1 se consideran 80 kph para los tramos donde el desplazamiento es posible, ubicadas al inicio de las líneas discontinuas centrales, 60 kph para aproximaciones de empalmes y zonas pobladas, 45 kph en las zonas urbanas y 25 kph para zonas escolares.</p>
<p style="text-align: center;"><b>PROHIBIDO GIRAR A LA IZQUIERDA</b></p>  <p style="text-align: center;"><b>R-3-3b</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>PROHIBIDO GIRAR A LA DERECHA</b></p>  <p style="text-align: center;"><b>R-3-4b</b></p>
<p style="text-align: center;">Se emplean para notificar al conductor que no puede girar a la izquierda o a la derecha</p>	

<p style="text-align: center;"><b>Camiones Carril Derecho</b></p>  <p style="text-align: center;">R-7-6a</p>	<p>Se empleará para notificar a los conductores de vehículos pesados y buses que deben circular por el carril derecho, con el objeto de dejar libres los carriles restantes para el tránsito de vehículos ligeros. Se usará exclusivamente en tramos de vías con dos o más carriles por sentido de circulación, incluyendo los carriles especiales de ascenso. Esta señal deberá ubicarse en el costado izquierdo de la calzada.</p>
 <p style="text-align: center;">R-13-1</p>	<p>Se debe colocar en lugar donde inicia la línea continua central.</p>
 <p style="text-align: center;">R-10-1</p>	<p>Indica el lugar reservado para parada de autobuses, así mismo permite retirar los vehículos particulares que se estacionan en las bahías de buses.</p>

Fuente: Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito

### C) Señales de Identificación

#### Características de las Señales Informativas

Son señales de forma rectangular, el color de fondo, orla, símbolos y letras es variable según su clasificación. Este tipo de señales no pierde eficacia por el uso frecuente, al contrario de lo que sucede con las de prevención y reglamentación.

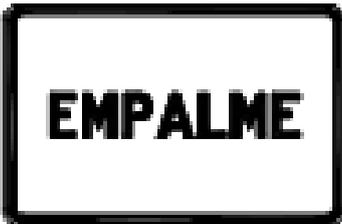
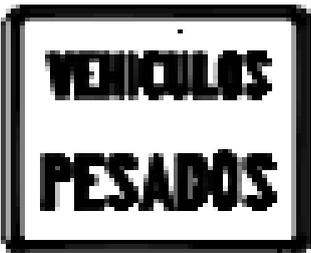
Se clasifican en los siguientes grupos<sup>9</sup>:

- ✓ Señales de información de identificación (II)
- ✓ Señales de información de destino (ID)
- ✓ Señales de información de servicios y turísticas (IS)
- ✓ Señales de información de áreas silvestres, recreativas y parques nacionales (IR)
- ✓ Señales de información de defensa civil y emergencias (IE)
- ✓ Señales de información general (IG)

<sup>9</sup>Clasificación según Manual Centroamericano de dispositivos uniformes para el control del tránsito

## Diseño

Las esquinas de las placas de las señales se redondearán con un radio de curvatura de 2 cm. mínimo y 6 cm. Máximo. La distancia de la línea interior del marco a los límites superior e inferior de los renglones inmediatos será de 1/2 a 3/4 de la altura de las letras mayúsculas. La distancia entre regiones será de 1/2 a 3/4 de la altura de las letras mayúsculas. La distancia de la línea interior del marco a la primera o la última letra del región más largo variará entre 1 /2 a 1 de la altura de las letras mayúsculas. La distancia entre palabras variará entre 0,5 a 1.0 de altura de las letras mayúsculas. Cuando haya números la distancia mínima horizontal entre palabra y número será igual a la altura de las letras mayúsculas. Cuando haya flechas dentro de la leyenda, la distancia mínima entre palabra y flecha será igual a la altura de las letras mayúsculas. La siguiente tabla 4.2.C1 presenta las características de las señales de identificación de mayor uso.

Señales de Información de Identificación	
<p>Identificación de rutas</p>  <p>II-1-1a</p>	<p>Sirven para identificar el código numérico de carreteras y calles, llevan impreso el número que ha sido asignado a cada vía.</p>
Placas Auxiliares	
 <p>II-2-1</p>	
Señales para indicar la dirección de rutas, carreteras y localidades	
 <p>II-2-10</p>	 <p>II-5-2</p>

Serie de Información y Destino, Vías Rápidas



ID-2-1



ID-3-2

Se instalan para informar sobre los destinos y distancias próximas antes de cruzar los empalmes.

Señales de información de servicios y turísticas



IS-1-4



IS-1-7



IS-2-1



IS-2-10



IS-4-2



IS-4-6



IS-4-13



IS-5-1

Artesanías y Sitios de Interés Cultural



IS-6-3



IS-6-1



IS-6-9b

Identificación de Zonas Protegidas



IR-6-3

Recreativas, Silvestres y Parques Nacionales		
		
IR-1-7	IR-2-4	IR-2-9
		
IR-4-12	IR-4-4	IR-3-1
		
IR-6-6		IR-6-3
Señales de información de defensa civil y emergencias		
		
IE-2-5	IE-4-3	IE-2-7
Señales Informativas Generales de Carácter Geográfico y División Política		
		
IG-1-8		IG-11

Fuente: Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito

## D) Especificaciones técnicas para la construcción e instalación de señales verticales

Toda entidad contratante (MTI o FOMAV) deberá exigir a los fabricantes de las señales las certificaciones de cumplimiento de las normas definidas, la cual deberá ser expedida por el proveedor del material.

### A.1) Material Reflectivo para Tableros

La clasificación permitida, es lámina reflectiva Tipo I o de características superiores. Los tableros para todas las señales, delineadores deberán estar constituidos por lámina de aluminio, acero galvanizado o poliéster reforzado con fibra de vidrio modificada con acrílico y estabilizador ultravioleta. Se recomienda la utilización de los diferentes tipos de materiales, de acuerdo con las siguientes consideraciones:

- a) **En lámina de poliéster reforzado con fibra de vidrio o aluminio, para vías en zonas aledañas a áreas marinas o con problemas de oxidación,** debe cumplir los siguientes requisitos:

**Espesor:** Deberá ser de tres milímetros y cuatro décimas más o menos cuatro décimas de milímetro ( $3,4 \text{ mm} \pm 0,4 \text{ mm}$ ), el cual se verificará como el promedio de las medidas en cuatro sitios del borde de cada lámina con una separación entre ellos igual a la cuarta parte del perímetro de ésta. La lámina no deberá contener grietas visibles ni arrugas en las superficies, que puedan afectar su comportamiento y alterar las dimensiones. Por lo menos una de las caras de la lámina debe ser completamente lisa.

**Color:** El color deberá ser blanco uniforme.

**Pandeo:** Una lámina de 75 cm de lado se cuelga suspendida de sus cuatro vértices. La deflexión máxima medida por el sitio de cruce de sus dos diagonales perpendicularmente al plano de la lámina no deberá ser mayor de 12 mm. Luego se coloca la lámina suspendida en las mismas condiciones en un horno a  $82^\circ \text{C}$  durante 48 horas. La máxima deflexión no deberá exceder de 12 mm. Todas las medidas se deberán tomar cuando la lámina se encuentre a temperatura ambiente.

**Resistencia al impacto:** Las láminas deberán resistir fuerzas de impacto que podrían agrietar otros plásticos o deformar metales deberá resistir el impacto de una esfera de acero de 4.500 gramos en caída libre desde una altura de 3,5 m, sin resquebrajarse.

**Estabilidad térmica:** Las características de resistencia no deberán ser afectadas en un rango de temperaturas entre  $-18^\circ \text{C}$  y  $+100^\circ \text{C}$ .

**Resistencia al fuego:** Los componentes de la lámina deberán contener aditivos que la hagan menos propensa a prender y propagar llamas.

**Protección ante la intemperie:** Las láminas deberán estar fabricadas con protección ante la intemperie por ambas caras. Deberán poseer una

superficie uniforme químicamente pegada, recubrimiento gelatinoso (Gel-Coat) que no se pueda separar. Para comprobarlo, se sumergirá una muestra de 10 cm x 2 cm en una probeta que contenga cloruro de metileno, durante trece minutos, después de lo cual se seca, no debiendo aparecer fibra de vidrio por ninguna de las dos caras.

**Estabilización:** Las láminas deberán estar fabricadas de tal manera, que no liberen constituyentes migrantes (solventes, monómeros, etc.) con el tiempo. No deberán contener residuos de agentes desmoldeantes en la superficie del laminado, que pudieran interferir en la adherencia de la lámina reflectiva.

**Tratamiento de la cara frontal:** Previamente a la aplicación del material reflectivo la lámina deberá ser limpiada, desengrasada y secada de toda humedad.

**b) En lámina de poliéster reforzado con fibra de vidrio, galvanizada o aluminio, para vías cuya altura sobre el nivel del mar sea inferior a mil metros (1000 m),** deberá cumplir con las siguientes especificaciones técnicas:

**Material:** Lámina de acero galvanizado calibre dieciséis, revestida por ambas caras con una capa de zinc, aplicada por inmersión en caliente o por electrólisis.

**Espesor:** De un milímetro y cinco décimas de milímetro, con una tolerancia de 1,5+0,15 mm. La medida se podrá efectuar en cualquier parte de la lámina, a una distancia no menor de 10 mm del borde.

**Tratamiento de la cara frontal:** Previamente a la aplicación del material reflectivo, la lámina galvanizada deberá ser limpiada, desengrasada y secada de toda humedad; además, estar libre de óxido blanco.

**Tratamiento cara posterior:** Una vez cortada y pulida la lámina, se deberá limpiar y desengrasar, aplicándose seguidamente una pintura base (wash primer o epoxipoliámidas), para finalmente colocar una capa de esmalte sintético blanco. Las señales de destino y de información en ruta se fabricarán en lámina galvanizada calibre 20. Las señales elevadas, se elaborarán en lámina galvanizada calibre 22. A los tableros de estas señales se les realizarán dos dobleces o pestañas de 2 cm cada una, en sus cuatro bordes, con el objeto de darles mayor rigidez.

**c) Lámina de Aluminio,** deberá cumplir con las siguientes especificaciones:

**Material:** Lámina de Aluminio de aleaciones 6061-T6, 5052-H38 o extrusiones similares.

**Espesor:** Dos milímetros de espesor, medidos con una tolerancia de 2+0,2 mm. La medida se podrá efectuar en cualquier parte de la lámina, a una distancia no menor de 10 mm del borde.

**Tratamiento cara frontal:** Previamente a la aplicación del material reflectivo, la lámina deberá ser limpiada, desengrasada y secada de toda humedad;

además, estar libre de óxido blanco. El aluminio deberá tener una superficie de terminado producida con abrasivo grado cien o más fino.

**Tratamiento cara posterior:** Una vez cortada y pulida la lámina, se deberá limpiar y desengrasar, aplicándose seguidamente una pintura base (wash primer o epoxipoliamida), para finalmente colocar una capa de esmalte sintético blanco.

## A.2) Dimensiones de los Tableros

En la tabla A.1 están definidas las dimensiones de las señales verticales.

**Tabla A.1: Dimensiones de los tableros**

Tipo de Señal	Vías Rurales	Vías Urbanas
<b>Preventivas</b>	Cuadrado de 60x60 cm	Cuadrado de 75x75 cm
<b>Preventiva SP-40</b>	Rectángulo de 90x30 cm	Rectángulo de 120x40 cm
<b>Reglamentarias</b>	Círculo de 60cm de diámetro	Círculo de 75cm de diámetro
<b>Reglamentaria SR-01</b>	Octágono con altura de 60 cm	Octágono con altura de 75 cm
<b>Informativas</b>	Rectángulo de 50x60 cm	Rectángulo de 60x75 cm
<b>Informativas de Destino</b>	Ancho y altura dependen del texto	Ancho y altura dependen del texto
<b>Informativas turísticas</b>	Cuadrado de 60cm de lado	Cuadrado de 75cm de lado

Fuente: Manual de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito

## A.3) Materiales

- ✓ Las estructuras de soporte para señales verticales, deberán ser elaborados en perfil en ángulo de hierro de 2"x2"x1/4", con límite de fluencia mínimo de 25 kg/mm<sup>2</sup> en todos los tipos de señales. No deben tener añadiduras ni traslapos en postes y brazos.
- ✓ Se deberá garantizar la rigidez de las láminas de los tableros correspondientes a las señales preventivas, reglamentarias e informativas, y los delineadores, fijándolas a la intersección formada entre el poste y sus brazos, los cuales deberán formar un perfecto plano de apoyo que en todo momento estará en contacto con la lámina.
- ✓ La soldadura del brazo deberá ser con piquete o suplemento. En señales dobles, la rigidez se deberá garantizar con 2 crucetas del mismo tipo citado anteriormente, debidamente soldadas.
- ✓ Para el sostén, apoyo o soporte del tablero de la señal se utilizará una ménsula en acero inoxidable de 1½" de ancho y 0,075" de espesor, la cual deberá tener aletas que sobresalgan, como mínimo, 20 cm a cada lado del

eje del poste para rigidizar el tablero en el sentido perpendicular al eje vertical de la señal.

- ✓ En todos los casos, las crucetas deberán ser en ángulo de hierro 2"x2"x1/8", con límite de fluencia de 25 kg/mm.
- ✓ Los postes deberán diseñarse con un anclaje en la parte inferior, soldado en forma de T, con ángulo de hierro de dos pulgadas (2") por dos pulgadas (2") por un octavo de pulgada (1/8"), con un límite de fluencia mínimo de veinticinco kilogramos por milímetro cuadrado (25 kg/mm), deberán ser recubiertos con pintura anticorrosiva y esmalte blanco.
- ✓ La soldadura utilizada deberá tener una resistencia mayor al veinticinco por ciento (25%) de la resistencia del acero.

#### A.4) Dimensiones de los postes

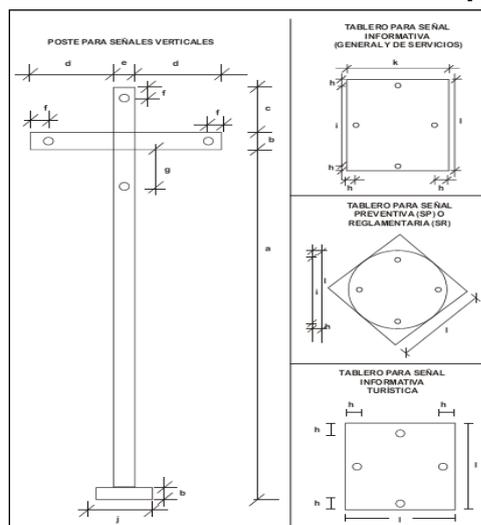
En la tabla A4.2 que se muestra a continuación, están contenidas las dimensiones de los postes o estructuras de soporte de las señales verticales, para la nomenclatura ver ilustración A4-4.

**Tabla A4.2: Dimensiones de los postes**

Tipo de Señal	Dimensiones internas en soportes y tableros, según figura											
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l
<b>Preventivas</b>	280.0	5.0	26.5	26.5	5.0	2.0	24.5	3.0	54.0	15.0	50.0	60.0
<b>Reglamentarias</b>	280.0	5.0	26.5	26.5	5.0	2.0	24.5	3.0	54.0	15.0	50.0	60.0
<b>Informativas</b>	270	5.0	26.5	21.5	5.0	2.0	24.5	3.0	54.0	15.0	50.0	60.0

Fuente: Manual de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito

**Ilustración A4-4: Dimensiones de los postes**



Fuente: Manual de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito

### **A.5) Instalación**

Las señales se instalarán en el piso en un anclaje de concreto simple cuya resistencia a compresión a 28 veintiocho (28) días, como mínimo, ciento cuarenta kilogramos por centímetro cuadrado (140 kg/cm). Dentro del anclaje se acepta la inclusión de dos capas de cantos de 10 cm de tamaño máximo, una superior y otra inferior, con el fin de dar rigidez a la señal instalada, mientras fragua el concreto. Se deberá disponer de los equipos necesarios para la correcta ejecución de los trabajos de instalación de las señales, el cual deberá incluir como mínimo, hoyadoras agrícolas, barras de acero, palas, llaves fijas o de expansión para tornillos, martillo de tamaño tal, que permita doblar los tornillos una vez apretadas las tuercas y remachadora. Se efectuará una excavación cilíndrica de 25 cm de diámetro como mínimo y 60 cm de profundidad, para el anclaje de la señal. Con el fin de evitar que la señal quede a una altura menor a la especificada cuando se instale en zonas donde la vía transcurre en terraplén, la excavación podrá realizarse hasta una profundidad de 30 cm, pero se deberá, además, construir un pedestal por encima de la superficie del terreno, fabricado en concreto, que complete la altura necesaria para que la señal quede anclada a la profundidad especificada. La señal se instalará de manera que el poste presente absoluta verticalidad y que se obtenga la altura libre mínima indicada. El tablero deberá fijarse al poste mediante tornillos de dimensiones mínimas 5/16" por 1", rosca ordinaria, arandelas y tuercas, todo galvanizado, a los cuales se les deberá dar golpes para dañar su rosca y evitar que puedan ser retirados fácilmente. Además, se deberán instalar 4 remaches a diez centímetros 10 cm de distancia, medidos desde los tornillos hacia el centro de la cruceta. También podrán utilizarse otros sistemas de aseguramiento que impidan el retiro del tornillo o elemento de fijación.

**Limitaciones en la ejecución de la instalación:** No se permitirá la instalación de señales de tránsito en instantes de lluvia, ni cuando haya agua retenida en la excavación o el fondo de ésta se encuentre muy húmedo, a juicio del Interventor. Toda el agua retenida deberá ser removida antes de efectuar el anclaje e instalar la señal.